

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-048761

(43)Date of publication of application : 15.02.2002

(51)Int.Cl.

G01N 27/41  
F02D 35/00  
F02D 45/00  
G01N 27/416

(21)Application number : 2000-238831

(71)Applicant : DENSO CORP

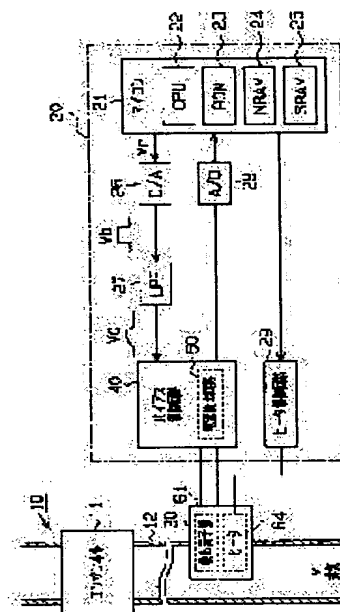
(22)Date of filing : 07.08.2000

(72)Inventor : OKAMOTO YOSHIYUKI

**(54) HEATER CONTROL DEVICE OF GAS CONCENTRATION SENSOR****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To suitably detect deterioration of a detection element, and to thereby protect the detection element.

**SOLUTION:** An A/F sensor 30 has the detection element 61 for outputting a limiting current roughly proportional to the oxygen concentration in engine emission gas and a heater 64 for heating the detection element 61. A CPU 22 in a microcomputer 21 executes feedback control of energization to the heater 64 in the range of the energization quantity prescribed beforehand so that impedance of the detection element 61 agrees with a command. When the feedback control of heater energization is executed, the CPU 22 determines whether the heater energization quantity reaches the upper limit of the prescribed range or its periphery or not, and if the heater energization quantity reaches the upper limit of the prescribed range or its periphery and the state is continued as long as a prescribed time or longer, the CPU 22 determines that the detection element 61 is deteriorated. When the detection element 61 is determined to be deteriorated, the CPU 22 corrects the command of the impedance.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 05.09.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The gas concentration sensor which has the heater which heats the sensing element which outputs the limiting current mostly proportional to the specific constituent concentration in an internal combustion engine's exhaust gas, and this sensing element, The heater control means which carries out feedback control of the energization to a heater within the limits of the amount of energization beforehand prescribed that component resistance of said gas concentration sensor is in agreement with desired value, The heater control unit of the gas concentration sensor characterized by having a degradation judging means to judge degradation of a sensing element from the condition when feedback control of heater energization was carried out and the amount of heater energization was in the upper limit of the convention range, or its near.

~~[Claim 2] Said degradation judging means is the heater control unit of the gas concentration sensor~~ according to claim 1 which judges the purport in which the sensing element has deteriorated, when it judges whether the amount of heater energization has arrived at the upper limit of the convention range, or its near, the amount of heater energization arrives at the upper limit of the convention range, or its near and the condition is continued beyond predetermined time.

[Claim 3] It is the heater control unit of the gas concentration sensor according to claim 1 which will judge the purport in which the sensing element has deteriorated if it has a means to compute the average within a predetermined period by carrying out the monitor of the amount of heater energization at the time of idle operation of an internal combustion engine and said degradation judging means has the average of the amount of heater energization at the time of idle operation in the upper limit of said convention range, or its near.

[Claim 4] The heater control unit of a gas concentration sensor given in any of claims 1-3 further equipped with an amendment means to amend the desired value of component resistance when [ in which the sensing element has deteriorated with said degradation judging means ] a purport judging is carried out, they are.

[Claim 5] It is the heater control unit of the gas concentration sensor to which the gradual change of the desired value is carried out so that said amendment means may lose the deflection of component resistance in a heater control unit according to claim 4.

[Claim 6] It is the heater control unit of the gas concentration sensor by which said amendment means amends the desired value of component resistance only to an increment side in a heater control unit according to claim 4 or 5.

[Claim 7] Said amendment means is the heater control unit of the gas concentration sensor which amends the desired value of component resistance only when it is in the condition that the exhaust gas from an internal combustion engine is comparatively low in a heater control unit according to claim 4 or 5.

[Claim 8] The heater control unit of the gas concentration sensor which memorizes the desired value of the component resistance which memorized the desired value of the this amended component resistance in temporary storage memory in the heater control unit given in any of claims 4-7 they are whenever said amendment means amended, and was memorized in said temporary storage memory with the time interval longer than it in the memory for backup.

[Claim 9] The heater control device of the gas concentration sensor which reads the desired value memorized by said memory for backup in a heater control device according to claim 8 to the time of initiation of the heater energization accompanying an internal combustion engine's starting, and uses it for the feedback control of heater energization.

[Claim 10] It is the heater control unit of a gas concentration sensor given in any of claims 1-9 which are

the air-fuel ratio sensors which output the limiting current mostly proportional to the oxygen density in an internal combustion engine's exhaust gas are applied to the Air Fuel Ratio Control system which controls the air-fuel ratio of the gaseous mixture supplied to an internal combustion engine, and said gas concentration sensor is.

[Claim 11] Said gas concentration sensor is the heater control unit of the gas concentration sensor given in any of claims 1-10 they are which has the laminating mold structure which carried out the laminating of the heater and has arranged it in the sensing element which has a solid electrolyte.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the heater control unit of a gas concentration sensor, and relates to the technique for controlling energization of the heater for activating this sensor suitably in detail in the air-fuel ratio sensor which detects the oxygen density in an internal combustion engine's exhaust gas.

[0002]

[Description of the Prior Art] As this kind of a gas concentration sensor, the limiting current type air-fuel ratio sensor which detects the oxygen density in an engine exhaust gas is known, and techniques, such as JP,8-278279,A and JP,10-300716,A, are indicated as a heater control unit of the sensor concerned.

[0003] Moreover, the thing of laminating mold structure which the thing of the cop mold structure of generally accomplishing the shape of a cross-section cop, and the thing of laminating mold structure constituted by carrying out the laminating of a tabular sensing element, a tabular heater member, etc. are known, and an air-fuel ratio sensor fits a miniaturization and low cost-ization in recent years, and excels [ sensor ] in the temperature up property of a sensing element is being used abundantly. The air-fuel ratio sensor of this laminating mold structure is indicated by JP,11-344466,A, a sensing element and a heater are arranged close at hand, from the difference of a chip temperature and heater temperature being comparatively small, it replaces with the heater power control by the detection value of heater resistance, and heater energization control by the internal resistance (impedance) of a sensing element is carried out. That is, feedback control of the amount of heater energization is carried out so that the impedance of a sensing element may become predetermined desired value. In addition, by the air-fuel ratio sensor of laminating mold structure, since the heat transfer effectiveness from a heater to a sensing element becomes good, it becomes possible to stop the calorific value in a heater, that is, to make a current value small.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, heating of long duration, poisoning of a gasoline component, etc. at a heater deteriorate owing to, and a sensing element has a possibility that an impedance characteristic may change. In this case, the chip temperature rose owing to change of an impedance characteristic, and there was a possibility of promoting the further heat deterioration, by continuing heater energization in this condition. Moreover, when a hot exhaust gas is discharged by the internal combustion engine in this condition, a possibility of going up further also has a chip temperature.

[0005] It is offering the heater control unit of the gas concentration sensor which this invention's can be made paying attention to the above-mentioned problem, and the place made into the purpose can detect degradation of a sensing element suitably, as a result can aim at protection of the sensing element concerned.

[0006]

[Means for Solving the Problem] Feedback control of the amount of heater energization is carried out within the limits of the amount of energization beforehand prescribed that the component resistance (impedance of a sensing element) of a gas concentration sensor corresponds with desired value (heater control means). And a sensing element outputs the limiting current mostly proportional to the specific constituent concentration in an internal combustion engine's exhaust gas by activating a sensing element by this heater energization control. Especially, by invention according to claim 1, if the amount of heater energization is in the upper limit of the convention range, or its near when feedback control of heater energization is carried out, degradation of a sensing element will be judged from the condition

(degradation judging means).

[0007] Since component resistance will become large in short if a sensing element deteriorates, deflection with desired value becomes large, and if feedback control which loses the deflection is continued, the amount of heater energization will become large and will reach the upper limit of the convention range of feedback control. So, if the amount of heater energization is the upper limit of the convention range, or near the, degradation of a sensing element can detect suitably. In this case, if degradation of a sensing element can detect correctly, the further degradation advance of a sensing element will be controlled by restricting the heater energization after it. Therefore, it becomes possible to aim at protection of a sensing element.

[0008] Although it is easy to produce faults, such as a component crack, by the so-called gas concentration sensor (claim 11) of the laminating mold structure which carried out the laminating of the heater and has arranged it to the sensing element which has a solid electrolyte especially while excelling in the temperature characteristic, the above-mentioned fault is canceled by performing a degradation judging suitably as above-mentioned in this invention. Therefore, effectiveness, such as component protection, will be further acquired by the effective target.

[0009] Moreover, as said degradation judging means, it is desirable like following claims 2 or 3 to take shape. That is, in invention given in - claim 2, it judges whether the amount of heater energization has arrived at the upper limit of the convention range, or its near, and if the amount of heater energization arrives at the upper limit of the convention range, or its near and the condition is continued beyond predetermined time, the purport in which the sensing element has deteriorated will be judged.

- In invention given in claim 3, if the average of the amount of heater energization at the time of idle operation is in the upper limit of said convention range, or its near, the purport in which the sensing element has deteriorated will be judged.

That the sensing element has deteriorated in any [ these ] case can detect correctly.

[0010] Moreover, in invention according to claim 4, since the desired value of component resistance is amended when [ in which the sensing element has deteriorated ] a purport judging is carried out, heater energization control according to the degradation condition (extent of degradation) of a sensing element can be carried out. In this case, it becomes possible to desire temperature of a sensing element also at the time of component degradation, and to control to a passage at it. A temperature rise with a superfluous sensing element is controlled by this, and a sensing element can be protected.

[0011] In this case, as indicated to claim 5, said amendment means is good to carry out the gradual change of the desired value so that the deflection of component resistance may be lost. At this time, it is good to amend, annealing the deflection of component resistance or to amend with a comparatively small predetermined value.

[0012] Furthermore, as indicated to claim 6, said amendment means is good to amend the desired value of component resistance only to an increment side. That is, if the temperature of an exhaust gas is high when a gas concentration sensor (sensing element) is exposed to an internal combustion engine's exhaust gas, the deflection of component resistance will become small temporarily by heat-receiving from an exhaust gas, and we will be anxious about the desired value of the component resistance once amended with component degradation at the increment side being re-amended accidentally at a reduction side. However, un-arranging [ that the desired value of component resistance is amended accidentally ] is prevented by limiting amendment of desired value to an increment side.

[0013] Moreover, it replaces with above-mentioned claim 6, and as indicated to claim 7, only when the exhaust gas from an internal combustion engine is in a comparatively low condition, you may make it amend the desired value of component resistance. For example, at the time of an internal combustion engine's idle, it is thought that the temperature of an exhaust gas is low and there is little effect by the temperature of an exhaust gas. Therefore, the mistaken amendment can be prevented by amending by limiting at the time of such idle operation etc.

[0014] In invention according to claim 8, the desired value of the component resistance which memorized the desired value of the this amended component resistance in temporary storage memory whenever said amendment means amended, and was memorized in said temporary storage memory with the time interval longer than it is memorized in the memory for backup. In this invention, even if the desired value of component resistance is amended accidentally, it is once memorized by temporary storage memory (Normal RAM), and is not immediately memorized by the memory for backup (standby RAM). So, it does not produce un-arranging [ that the desired value of component resistance is incorrect-learned ].

[0015] In invention according to claim 9, the desired value memorized by the memory for backup is read to the time of initiation of the heater energization accompanying an internal combustion engine's starting,

and it is used for the feedback control of heater energization. Thereby, suitable heater energization control can be carried out using the desired value learned last time from an internal combustion engine's time of starting.

[0016] Moreover, by carrying out heater energization of a gas concentration sensor suitably, the proper active state of a gas concentration sensor (air-fuel ratio sensor) is maintained, and it becomes possible to detect an air-fuel ratio correctly as were indicated to claim 10 and it described above, when applying to an internal combustion engine's Air Fuel Ratio Control system. Therefore, Air Fuel Ratio Control can be carried out with a sufficient precision.

[0017]

[Embodiment of the Invention] (Gestalt of the 1st operation) The gestalt of the 1 operation which materialized this invention to the Air Fuel Ratio Control system of a mounted engine is hereafter explained according to a drawing. This control system is controlled by the air-fuel ratio of a request of the fuel oil consumption to an engine based on the detection result by the air-fuel ratio sensor (A/F sensor), and especially the gestalt of this operation explains an A/F sensor in detail below focusing on the contents of the heater energization control for being activated good.

[0018] Drawing 1 is the whole block diagram showing the outline of the Air Fuel Ratio Control system in the gestalt of this operation. In drawing 1, the limiting current type air-fuel ratio sensor (henceforth an A/F sensor) 30 is attached in the exhaust pipe 12 prolonged from the engine 11 of an engine 10, and outputs the linear air-fuel ratio detecting signal (sensor current signal) proportional to the oxygen density in exhaust gas with impression of the electrical potential difference ordered from an electronic control unit (henceforth ECU) 20.

[0019] ECU20 is equipped with the microcomputer (henceforth a microcomputer) 21 which makes the center of various control, and the microcomputer 21 is constituted by the SRAM(standby RAM) 25 grade CPU22 which performs various kinds of operation programs, ROM23 which memorizes various programs and control data beforehand, NRAM (Normal RAM)24 which memorizes operation data temporarily, and for the data backup which holds the contents of storage also at the time of power-source cutoff. A microcomputer 21 carries out fuel-injection control of an engine 10 and ignition control, and also carries out applied-voltage control to the A/F sensor 30, and heater energization control of this sensor 30.

[0020] If the control about the A/F sensor 30 is sketched, a microcomputer 21 will output the bias command signal  $V_r$  for impressing an electrical potential difference to the A/F sensor 30 to the bias control circuit 40 through D/A converter 26 and LPF (low pass filter)27. After the bias command signal  $V_r$  is changed into an analog signal  $V_b$  with D/A converter 26 and the high frequency component of an analog signal  $V_b$  is further removed by LPF27 at this time, output voltage  $V_c$  is inputted into the bias control circuit 40.

[0021] The current detector 50 in the bias control circuit 40 detects the current value which flows with impression of the electrical potential difference to the A/F sensor 30. The analog signal of the current value detected in the current detector 50 concerned is inputted into a microcomputer 21 through A/D converter 28. A microcomputer 21 incorporates a sensor current by the predetermined time period (several mm second of every [ for example, ]), and changes the current value into A/F. Moreover, on the occasion of impedance detection of the A/F sensor 30, the electrical potential difference which is single shot-like and had a predetermined time constant with the bias command signal  $V_r$  of the shape of a rectangle outputted from a microcomputer 21 is impressed to the A/F sensor 30.

[0022] Furthermore, a microcomputer 21 outputs a heater control signal to the heater control circuit 29. Thereby, duty control of the energization of the heater 64 formed in the A/F sensor 30 is carried out.

[0023] The A/F sensor 30 has the sensor component section (cel) 60 of a laminating mold, and explains the configuration using drawing 2 and drawing 3. Here, the sectional view in which drawing 2 shows the whole A/F sensor 30 configuration, and drawing 3 are the sectional views of the sensor component section 60 which constitutes the A/F sensor 30.

[0024] As shown in drawing 2, the A/F sensor 30 has the tubed metal housing 31 screwed on an exhaust pipe wall, and the component covering 32 is attached in bottom opening of the housing 31. In the component covering 32, the tip (lower limit) of the long tabular sensor component section 60 is arranged. The component covering 32 has two or more exhaust-port 32a to incorporate closed-end dual structure to nothing, and incorporate exhaust gas inside covering. The sensor component section 60 is prolonged above the drawing so that the insulating member 33 arranged in housing 31 may be penetrated, and the lead section 34 of a pair is connected to the upper limit section.

[0025] Caulking arrival of the body covering 35 is carried out to the upper limit of housing 31. Moreover, a dust cover 36 is attached above the body covering 35, and the sensor upper part is protected according to

the dual structure of these bodies covering 35 and a dust cover 36. Two or more atmospheric-air openings 35a and 36a for incorporating atmospheric air are formed in the interior of covering at each coverings 35 and 36.

[0026] Next, the configuration of the sensor component section 60 is explained using drawing 3 . The sensor component section 60 divides roughly, consists of the sensing element 61 which consists of a solid electrolyte, the gaseous diffusion resistive layer 62, an atmospheric-air installation duct 63, and a heater 64, carries out the laminating of these each part material, and is constituted. Moreover, the protective layer 65 is formed in the perimeter of each part material.

[0027] The rectangular plate-like sensing element (solid electrolyte) 61 is a sheet made from partially stabilized zirconia, and while the measurement electrode 66 of the porosity which consists of platinum etc. is formed in the top face (gaseous diffusion resistive layer 62 side), the atmospheric-air lateral electrode 67 of the porosity which similarly consists of platinum etc. is formed in the inferior surface of tongue (atmospheric-air installation duct 63 side). The lead sections 66a and 67a are connected to the measurement electrode 66 and the atmospheric-air lateral electrode 67, and the point is connected to ECU20.

[0028] The gaseous diffusion resistive layer 62 has gas transparency layer 62a which consists of a porosity sheet for introducing exhaust gas to the measurement electrode 66, and gas shielding layer 62b which consists of a compact layer for controlling transparency of exhaust gas. Although each of gas transparency layer 62a and gas shielding layer 62b fabricates ceramics, such as an alumina, a spinel, and a zirconia, by a sheet forming method etc., gas permeability is different with the average aperture of porosity, and the difference in porosity. In this case, since the front face of gas transparency layer 62a is covered with gas shielding layer 62b, the exhaust gas of the perimeter of the sensor component section invades from the side (longitudinal direction of drawing) of gas transparency layer 62a, and reaches the measurement electrode 66.

[0029] The atmospheric-air installation duct 63 consists of high temperature conductivity ceramics, such as an alumina, and the atmospheric-air room 68 is formed with this duct 63. This atmospheric-air installation duct 63 makes the role which introduces atmospheric air into the atmospheric-air lateral electrode 67 in the atmospheric-air room 68. Incidentally, the atmospheric-air room 68 is open for free passage to the atmospheric-air openings 35a and 36a of the coverings 35 and 36 shown in said drawing 2 .

[0030] The heater 64 is attached in the inferior surface of tongue of the atmospheric-air installation duct 63. A heater 64 is set to heating element 64a which generates heat by energization from a mounted dc-battery from wrap insulation sheet 64b in it, and lead section 64c is connected to the both ends of heating element 64a. However, the configuration which lays heating element 64a under the sensing element 61 in addition to the configuration of drawing 3 , or lays heating element 64a under the gaseous diffusion resistive layer 62 is also possible.

[0031] The A/F sensor 30 of the above-mentioned configuration has the voltage-current property shown in drawing 4 . That is, the sensor component section 60 (sensing element 61) can detect an oxygen density in a linear property, and generates the limiting current according to an oxygen density. The change in the limiting current (sensor current) supports the change in A/F value (namely, Lean Rich's extent), the limiting current increases, so that A/F value is on the Lean side, and the limiting current decreases, so that A/F value is on a rich side. Here, the impedance (component resistance) of a sensing element 61 and the allotropic child's 61 temperature (chip temperature) are in the inclination for an impedance to fall, so that there is correlation and a chip temperature rises. In this case, a chip temperature is held at target temperature (for example, 750 degrees C) by carrying out F/B control of the heater energization so that the impedance of a sensing element 61 may become desired value (for example, 30ohms).

[0032] Next, the outline of heater energization control is explained. Here, each of drawing 6 - drawing 8 is flow charts which show the control program carried out by CPU22 in a microcomputer 21, among these drawing 6 is performed as an initial routine at the time of engine starting. Moreover, drawing 7 is a heater controlled-variable calculation routine, for example, is performed every 131 mses. Drawing 8 is a target impedance update process, for example, is performed for every second.

[0033] Now, if processing of drawing 6 starts with engine starting, at step 101, the already memorized target impedance Ztg (study value to last time) will be read to SRAM25, and the Ztg will be memorized to NRAM24. Henceforth, energization control of the heater 64 using the Ztg value of NRAM24 is attained, and heater control which reflected the study result of the time of operation last time comes to be carried out.

[0034] On the other hand, by drawing 7 , sequential operation of all energization control, the 1st heater

F/B control, and the 2nd heater F/B control is carried out greatly, as an outline, all energization control is carried out at the engine time of starting, and a heater controlled variable (Duty) is controlled by the energization control of all at 100%. Moreover, 1st heater F/B control is carried out following on all energization control, and according to the deflection of an impedance, a heater controlled variable (Duty) is 0 - 80% of convention within the limits, and is controlled by this 1st heater F/B control. Furthermore, 2nd heater F/B control is carried out following on the 1st heater F/B control, and according to the deflection of an impedance, a heater controlled variable (Duty) is 0 - 60% of convention within the limits, and is controlled by this 2nd heater F/B control.

[0035] In drawing 10 which shows the impedance characteristic at the time of a sensor new article, the real impedance  $Z_{re}$  and a chip temperature have the relation of the continuous line of drawing, and if deflection  $\Delta Z (=Z_{re}-Z_{tg})$  of an impedance is larger than the predetermined value  $K1$  (for example, 20ohms) when the target impedance  $Z_{tg}$  is "30ohms" of the chip temperature of 750 degrees C, specifically, all energization control will be carried out. Moreover, if deflection  $\Delta Z$  of an impedance is within the limits of the predetermined values  $K2-K1$  (for example, 10-20ohm), 1st heater F/B control will be carried out, and if  $\Delta Z$  is smaller than the predetermined value  $K2$  (for example, 10ohms), 2nd heater F/B control will be carried out.

[0036] Furthermore, if it is continued while the heater controlled variable (Duty) has been the upper limit (60%) of a F/B control range when 2nd heater F/B control is carried out, the purport in which the sensing element 61 has deteriorated will be judged. That is, if a sensing element 61 deteriorates, the deflection of the impedance to desired value will become large, and if F/B control which loses the deflection is continued, Duty will become large and will reach the upper limit of a F/B control range. Degradation of a sensing element 61 is detected from this.

[0037] In addition, as the real impedance  $Z_{re}$  is detected by the well-known sweep method and shown in drawing 5 in detail, the applied voltage of the A/F sensor 30 is temporarily changed in the forward direction and the negative direction here. And the real impedance  $Z_{re}$  is computed from electrical-potential-difference variation  $\Delta V$  of one of positive/negative and current variation  $\Delta I$  at the time of this electrical-potential-difference change ( $Z_{re}=\Delta V/\Delta I$ ). Hereafter, the detailed contents of heater energization are explained according to drawing 7.

[0038] At step 201 of drawing 7, the degradation judging of a sensing element 61 is performed first. When 2nd heater F/B control is carried out here, a degradation judging carries out by whether while the heater controlled variable (Duty) has been a upper limit (60%), it is continued beyond predetermined time, and with [ the value of the counter  $C_{max}$  later mentioned on the assumption that 300 seconds after engine starting have passed ] predetermined time [ beyond ] (for example, 20 seconds), it judges in fact the purport in which the sensing element 61 has deteriorated.

[0039] If it is not component degradation, it will progress to step 204 as it is. Moreover, if it is component degradation, it will progress to step 202 and the target impedance  $Z_{tg}$  will be amended. That is, at step 202, the target impedance  $Z_{tg}$  which is a NRAM value is amended according to deflection  $\Delta Z$  of an impedance. However, it supposes that amendment of the target impedance  $Z_{tg}$  (NRAM value) is performed only within an increment side, and mentions later about the reason.

[0040] It is desirable to anneal and to amend on the occasion of amendment of this target impedance  $Z_{tg}$ , using technique, such as an operation, it amends the last value  $Z_{tg}(i-1)$  of a target impedance by operations, such as  $Z_{tg}=Z_{tg}(i-1)+\Delta Z/4$ , as an example, and computes a value this time. In addition, what is necessary is just to use  $\Delta Z$  value at the time of processing for the above-mentioned amendment last time. Of course, the configuration which amends the target impedance  $Z_{tg}$  in the comparatively small fixed amount  $\alpha$  of updating may be used (referred to as  $Z_{tg}=Z_{tg}(i-1)+\alpha$ ). At step 203, Counter  $C_{max}$  is cleared after amendment of the target impedance  $Z_{tg}$ .

[0041] Then, at step 204, deflection  $\Delta Z$  is computed from the real impedance  $Z_{re}$  and the target impedance  $Z_{tg}$  ( $\Delta Z=Z_{re}-Z_{tg}$ ). Next, at step 205, it distinguishes whether the authorization conditions of heater control are satisfied. As this authorization condition, including that the engine speed went up after - engine starting beyond the predetermined value (for example, 200rpm), that - battery voltage is not falling, there being no abnormalities of the sensor of others which participate in - heater control, etc., when these are materialized, heater control is permitted. When the authorization conditions of heater control are abortive, it progresses to step 206 and a heater controlled variable (Duty) is made into 0%.

[0042] Moreover, when the authorization conditions of heater control are satisfied, it progresses to step 207, and it distinguishes whether all heater energization is carried out. Including the elapsed time after initiation of all energization being less than predetermined time (for example, 10 seconds) as operation conditions for all heater energization, and impedance deflection  $\Delta Z (=Z_{re}-Z_{tg})$  being more than



predetermined value K1, since the real impedance Zre is a very big value in the time of engine low-temperature starting etc., step 207 serves as YES and all heater energization is carried out. That is, it progresses to step 208 and a heater controlled variable (Duty) is made into 100%.

[0043] Moreover, if step 207 is NO, it will progress to step 209, and it distinguishes whether deflection  $\Delta Z$  of an impedance is larger than the predetermined value K2. And if step 209 is YES, it will progress to step 210 and 1st heater F/B control will be carried out. At this time, Duty is set up in 0 - 80% of range as mentioned above. However, in fact, immediately after engine starting, since it is still large, neighboring Duty will be set up for deflection  $\Delta Z$  of an impedance 80%.

[0044] Moreover, when step 209 is NO, it progresses to step 211 and 2nd heater F/B control is carried out. At this time, Duty is set up in 0 - 60% of range as mentioned above. In the case of the gestalt of this operation, according to deflection  $\Delta Z$  of an impedance, a heater controlled variable (Duty) is set up for 0%, 20%, 40%, and 60% of any being (however, in the 1st heater F/B control, 80% joins this). If it explains concretely using drawing 10, and it is  $\Delta Z < -K4$  in an elevated temperature [ chip temperature / - / desired value ], it will consider as Duty=0%, and it may be Duty=20% if it is  $\Delta Z = -K3 \sim -K4$ . - If a chip temperature is near desired value (i.e., if it is  $|\Delta Z| \leq K3$ ), it may be Duty=40% so that this temperature can be held. - Rather than desired value, in the case of low temperature, if a chip temperature is  $\Delta Z = K3 \sim K2$ , it may be Duty=60%.

[0045] Then, at step 212, it distinguishes whether Duty at that time is in an upper limit (60% or near of those). And if it is YES, it will progress to step 213 and Counter Cmax will be incremented. Moreover, if step 212 is NO, it will progress to step 214 and Counter Cmax will be cleared (even after processing of step 208, 210 the same). The duration will be measured, if according to the above-mentioned step 212, 213 it is continued while the heater controlled variable (Duty) has been a upper limit, when 2nd heater F/B control is carried out. At the time of degradation of the A/F sensor 30, since the condition that step 212 serves as YES continues, Counter Cmax counts up.

[0046] Finally, at step 215, it processes by annealing to the heater controlled variable (Duty) set up this time that sudden change of a heater controlled variable should be prevented. For example, Duty is set up by operations, such as  $Duty = (3 \times Duty(i-1) + \text{this time Duty}) / 4$ .

[0047] In addition, with the gestalt of this operation, steps 209-211 are equivalent to the "heater control means" of this invention, step 201 is equivalent to a "degradation judging means", and step 202 is equivalent to an "amendment means."

[0048] On the other hand, in the target impedance update process shown in drawing 8, SRAM25 is updated, for example at intervals of 30 minutes. That is, if processing of drawing 8 starts in a cycle of 1 second, first, at step 301, it distinguishes whether the counter Cimp for measuring the update interval of a SRAM value reached the value of 30 minutes, and if it is NO, it will progress to step 302 and the increment of Counter Cimp will be continued.

[0049] Moreover, if step 301 is YES, it will progress to step 303 and the SRAM value of the target impedance Ztg will be updated. That is, in processing of said drawing 7, when the target impedance Ztg is amended and the value is stored temporarily NRAM24, a NRAM value (after [ Ztg ] amendment) is written in SRAM25. However, at this time, it is desirable to process by annealing to the SRAM value till then, for example, it calculates a new SRAM value (Ztg) by operations, such as  $SRAM \text{ value} = (7 \times SRAM \text{ value} (i-1) + NRAM \text{ value}) / 8$ , and writes it in SRAM25. And at step 304, Counter Cimp is cleared after that.

[0050] In short, since it will be updated each time if the NRAM value of the target impedance Ztg is changed by amendment, the newest value is quickly reflected in heater control. On the other hand, since the SRAM value of the target impedance Ztg is slowly updated with a comparatively long time interval, it can control incorrect study etc.

[0051] The reason for carrying out amendment of the target impedance Ztg at the time of component degradation only to an increment side here is explained. If an impedance characteristic is compared in the time of the new article of the A/F sensor 30, and degradation, even if the impedance at the time of degradation will become large generally and it will control heater energization by the same target impedance Ztg (for example, 30ohms) to be shown in drawing 11, at the time of sensor degradation, a chip temperature becomes high. In this case, the rise of a chip temperature is controlled by pulling up the target impedance Ztg. Moreover, if an engine exhaust-gas temperature changes according to an engine operation condition and compares the case where an exhaust-gas temperature is high, like [ at the time of idle operation ] like [ at the case where an exhaust-gas temperature is low, and the time of high-speed transit ], it will change a chip temperature owing to it. That is, a chip temperature becomes [ the one where an exhaust-gas temperature is higher ] high even if it controls heater energization by the same Duty

to be shown in drawing 12. So, if an exhaust-gas temperature is high, a real impedance will become small, and impedance deflection  $\Delta Z$  at the time of sensor degradation becomes small. On the contrary, if an exhaust-gas temperature is low, a real impedance will become large, and impedance deflection  $\Delta Z$  at the time of sensor degradation becomes large.

[0052] In this case, un- of being re-amended accidentally / side / target impedance's  $Z_{tg}$  which amount's of amendments of target impedance  $Z_{tg}$  was different according to the difference of exhaust-gas temperature even if degradation condition's was the same, when / impedance deflection  $\Delta Z$  amended the target impedance  $Z_{tg}$  it not being related and uniformly to the exhaust-gas temperature / and, and was amended at increment side to time of idle reduction / at the time of transit (at the time of an exhaust air temperature rise) ] arranging arises. According to drawing 13  $R > 3$ , when the time of an idle with a low exhaust-gas temperature is compared with the condition that an exhaust-gas temperature is high, it turns out that former one becomes remarkable [ the condition of component degradation ] (extent of the increment in an impedance accompanying degradation is large).

[0053] In the gestalt of this operation, amendment of the target impedance  $Z_{tg}$  will be performed on parenchyma by limiting amendment of the target impedance  $Z_{tg}$  only to an increment side only on the conditions to which it becomes the largest in all engine operating periods at the time of idle operation with the lowest exhaust-gas temperature, i.e., impedance deflection. At this time, un-arranging [ that that proper amendment is not performed although impedance amendment which ~~is~~ (ed) in that degradation condition must be performed when the A/F sensor 30 has deteriorated ] is canceled.

[0054] Moreover, when an exhaust-gas temperature is high, even if the A/F sensor 30 has deteriorated, it is possible [ it ] that a heater controlled variable (Duty) falls by heat-receiving from exhaust air although the real impedance  $Z_{re}$  is in the condition that a chip temperature is high, almost in accordance with the target impedance  $Z_{tg}$ . So, although the impedance amendment accompanying component degradation becomes impossible, if impedance amendment is performed at the time of idle operation as above-mentioned, even if an exhaust-gas temperature is high, a chip temperature rise can be controlled.

[0055] Next, more concrete actuation is explained using the timing diagram of drawing 9 about heater energization control. In addition, drawing 9 shows the situation of the heater energization at the time of low-temperature starting of an engine 10.

[0056] Now, if heater control is permitted immediately after engine starting, all energization control of a heater 64 will be started. At this time, a heater controlled variable (Duty) is controlled by 100%. or -- then, if the real impedance  $Z_{re}$  falls gradually with the rise of a chip temperature and impedance deflection  $\Delta Z$  is less than the predetermined value  $K1$  at time of day  $t1$ , the 1st heater F/B control which makes  $Duty=0-80\%$  a control range will be started a total of 10 seconds [ after energization initiation ] after. At this time, a heater controlled variable (Duty) is controlled by about 80%, and heater control which gave priority to the component temperature up is carried out.

[0057] Then, at time of day  $t2$ , impedance deflection  $\Delta Z$  decreases to the predetermined value  $K2$ , and the 2nd heater F/B control which makes  $Duty=0-60\%$  a control range is started. Or progress of 300 seconds after starting starts the 2nd heater F/B control. If the sensing element 61 has deteriorated at this time, since impedance deflection  $\Delta Z$  will become large with as, Duty sticks to the upper limit (60%) of a F/B control range, and that condition is continued. Therefore, Counter  $C_{max}$  counts up.

[0058] Then, if a  $C_{max}$  value turns into a value which is 20 seconds with the condition, a judgment that the sensing element 61 has deteriorated will be made. And according to impedance deflection  $\Delta Z$ , the target impedance  $Z_{tg}$  is amended at an increment side. Moreover, if after amendment of a  $Z_{tg}$  value has large impedance deflection  $\Delta Z$ , Duty becomes stuck to a upper limit (60%), Counter  $C_{max}$  will recount and the value will turn into a value which is 20 seconds again, according to impedance deflection  $\Delta Z$ , the target impedance  $Z_{tg}$  will be amended at an increment side again. In addition, the amended target impedance  $Z_{tg}$  is updated as a NRAM value each time.

[0059] In this way, if impedance deflection  $\Delta Z$  becomes small gradually and the condition of the upper-limit ball up of a heater controlled variable (Duty) is canceled by repeating amendment of a  $Z_{tg}$  value (time of day  $t3$ ), according to deflection  $\Delta Z$ , feedback control of the heater energization will be carried out so that the real impedance  $Z_{re}$  may be in agreement with the target impedance  $Z_{tg}$  after it.

[0060] Moreover, if Counter  $C_{imp}$  counts up after engine starting and a  $C_{imp}$  value turns into a value which is 30 minutes, the target impedance  $Z_{tg}$  in NRAM24 will be written in SRAM25 (time of day  $t4$ ). That is, renewal of a SARM value is repeatedly performed at intervals of 30 minutes. And the  $Z_{tg}$  value updated this time at the time of the next engine starting is read from SRAM25 to NRAM24, and it is used for heater control from the time of starting.

[0061] According to the gestalt of this operation explained in full detail above, the effectiveness taken

below is acquired. When F/B control of heater energization was carried out, the heater controlled variable (Duty) reached the upper limit of the convention range and the condition was continued beyond predetermined time, the purport in which the sensing element 61 has deteriorated was judged. Moreover, the target impedance Ztg was amended at the time of degradation of a sensing element 61. In this case, while degradation of a sensing element 61 can detect correctly, heater energization control according to that degradation condition (extent of degradation) can be carried out. Therefore, it becomes possible to desire a chip temperature also at the time of component degradation, and to control to a passage at it. Thereby, the superfluous temperature rise of a sensing element 61 is controlled, and the further degradation advance of this sensing element 61 is controlled.

[0062] Especially, by the A/F sensor 30 of laminating mold structure, although it is easy to produce faults, such as a component crack, while excelling in the temperature characteristic, faults, such as a component crack, are canceled by performing a degradation judging suitably as above-mentioned. Therefore, effectiveness, such as component protection, will be further acquired by the effective target.

[0063] Since it anneals at the time of the Ztg amendment accompanying component degradation and was made to carry out the gradual change of the target impedance Ztg by processing, the amendment which the Ztg value mistook is prevented. Moreover, since it was made to amend according to impedance deflection  $\Delta Z$ , when the data of SRAM25, such as a case of being large, and the time of dc-battery exchange, are cleared for impedance deflection  $\Delta Z$ , the convergency improves.

[0064] Furthermore, since it considered as the configuration which amends the target impedance Ztg only to an increment side, Ztg amendment [ made / in according to the effect of an exhaust-gas temperature / the mistake ] is prevented. Consequently, the control precision of heater energization improves.

[0065] Since the Ztg value after amendment is memorized to NRAM(temporary storage memory) 24 whenever it amends the target impedance Ztg, and the Ztg value of NRAM24 was memorized to SRAM (memory for backup)25 with the time interval longer than it, even if it is amended accidentally [ value / Ztg ], it is once memorized by NRAM24, and SRAM25 does not memorize immediately. So, it does not produce un-arranging [ that a Ztg value is incorrect-learned ].

[0066] Since the Ztg value memorized by SRAM25 is read and it is used for heater energization control at the beginning [ of the heater energization accompanying engine starting ] of initiation, suitable heater energization control can be carried out using the desired value learned last time from the time of engine starting.

[0067] On the occasion of the temperature up from the condition between the colds of a sensing element 61, all energization control of the heater 64 is carried out, and it was made to carry out sequential operation of the 1st heater F/B control and the 2nd heater F/B control at the beginning of energization initiation in connection with the temperature up of a sensing element 61 after that. Thereby, the F/B control range of Duty is changed according to the standby of a sensing element 61, and can aim at both warming-up promotion (early activation) and component protection of a sensing element 61.

[0068] In the engine Air Fuel Ratio Control system, since heater energization of the A/F sensor 30 is suitably carried out as described above, the proper active state of the A/F sensor 30 is maintained, and it becomes possible to detect an air-fuel ratio correctly. Therefore, Air Fuel Ratio Control can be carried out with a sufficient precision.

[0069] (Gestalt of the 2nd operation) Next, it explains focusing on difference with the gestalt of the 1st operation in this invention mentioned above about the gestalt of the 2nd operation. Although it considered that the sensing element 61 had deteriorated and the target impedance Ztg was amended with the gestalt of the above-mentioned implementation when 2nd heater F/B control was carried out and it was continued while the heater controlled variable (Duty) had been the upper limit (60%) of a F/B control range, this is changed as follows. Drawing 14 is a flow chart which shows the procedure of Ztg amendment, and in the flow chart of said drawing 7, this is replaced with steps 201-203, and is carried out. In addition, in connection with this, steps 212-214 of this drawing 7 are deleted.

[0070] In drawing 14, at step 401, it distinguishes whether it is idle operational status now, and if it is YES, it will progress to step 402 and the average (idle controlled-variable average  $D_{av}$ ) of the heater controlled variable at that time will be computed. Moreover, at step 403, it distinguishes whether said computed idle controlled-variable average  $D_{av}$  is larger than a predetermined value. Here, said predetermined value for judging the idle controlled-variable average  $D_{av}$  is the upper limit Duty in F/B energization control (60%), or a value of its near, and if step 403 is YES, it will consider that it is component degradation and it will amend the target impedance Ztg. That is, at step 404, the target impedance Ztg (NRAM value) is amended according to deflection  $\Delta Z$  of an impedance. It is desirable to anneal as above-mentioned and to use technique, such as an operation, on the occasion of this Ztg

amendment. Moreover, the idle controlled-variable average  $D_{av}$  is cleared at step 405. In addition, with the gestalt of this operation, step 403 is equivalent to a "degradation judging means", and step 404 is equivalent to an "amendment means."

[0071] While degradation of a sensing element 61 can detect correctly like the gestalt of implementation of the above 1st above according to the gestalt of the 2nd operation, heater energization control according to the degradation condition (extent of degradation) can be carried out. Therefore, it becomes possible to desire a chip temperature also at the time of component degradation, and to control to a passage at it. Thereby, the superfluous temperature rise of a sensing element 61 is controlled, and the further degradation advance of this sensing element 61 is controlled.

[0072] Moreover, since the monitor of the heater controlled variable (Duty) at the time of idle operation is carried out and a degradation judging is performed, a degradation judging and Ztg amendment of an exhaust-gas temperature are prevented. [ made / in according to effect / the mistake ] Consequently, the control precision of heater energization improves.

[0073] In addition, this invention can be materialized with the following gestalt in addition to the above. Although amendment of the target impedance Ztg (NRAM value) was limited to the increment side and carried out with the gestalt (processing of drawing 7) of implementation of the above 1st, this is changed as follows. That is, the reason which limited Ztg amendment to the increment side was for eliminating the mistaken amendment of those other than the time of idle operation (elevated-temperature condition of an exhaust gas). Then, whether "whether an exhaust-gas temperature being low" or the requirements "whether it is at the idle operation time" are added as operation conditions for amendment instead of limiting Ztg amendment to an increment side. And when an exhaust-gas temperature is low, Ztg amendment is permitted only at the time of idle operation (however, the condition that an exhaust gas serves as an elevated temperature immediately after high-speed transit is removed). Also in this case, Ztg amendment [ made / in according to the effect of an exhaust-gas temperature / the mistake ] is prevented. Consequently, the control precision of heater energization improves.

[0074] With the gestalt of implementation of the above 1st, when the heater controlled variable (Duty) was in the upper limit (60%) of the convention range, Counter Cmax was operated and the degradation judging was carried out, but even if there is not necessarily nothing to a upper limit (60%), as long as a heater controlled variable (Duty) is near a upper limit (for example, 55 - 60%), you may change so that Counter Cmax may be operated and a degradation judging may be carried out.

[0075] This is changed, although the existence of component degradation was judged, and the target impedance Ztg was amended with the equipment of the gestalt of the above-mentioned implementation when component degradation was being carried out. For example, shape may be taken as degradation judging equipment which only judges the existence of degradation of a sensing element 61. Moreover, heater energization may be forbidden at the time of component degradation, the code information showing the purport of component degradation may be memorized in memory, or you may make it warn a driver etc. of the purport of component degradation.

[0076] With the gestalt of the above-mentioned implementation, although the Air Fuel Ratio Control system was materialized using the laminating mold A/F sensor, the so-called cop mold A/F sensor with a cross-section cop-like sensing element may be used. Moreover, this invention is applicable besides the air-fuel ratio detection equipment which used the A/F sensor. That is, it is applicable also to the gas concentration detection equipment using the gas concentration sensor which can detect gas concentration components, such as NOx, HC, and CO. being concerned -- others -- by using the same technique as the gestalt of the above-mentioned implementation also in gas concentration detection equipment, degradation of a sensing element can be detected suitably, as a result protection of the sensing element concerned can be aimed at.

---

[Translation done.]

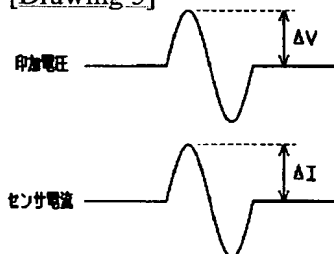
**\* NOTICES \***

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

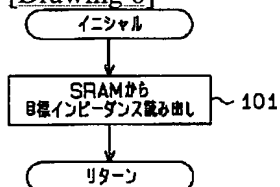
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

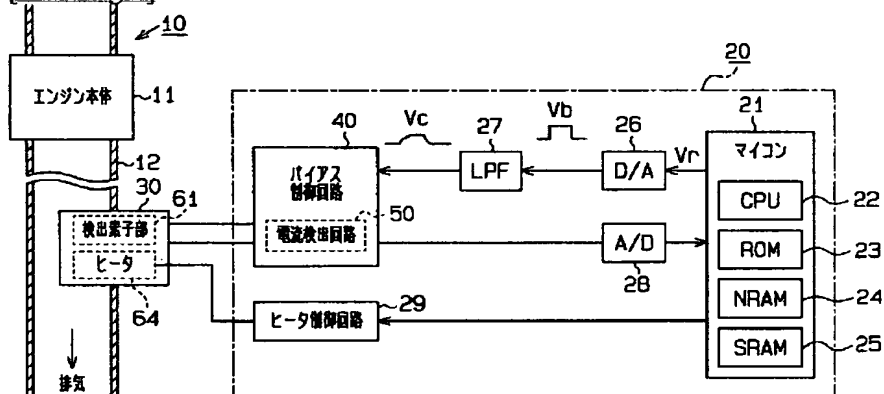
[Drawing 5]



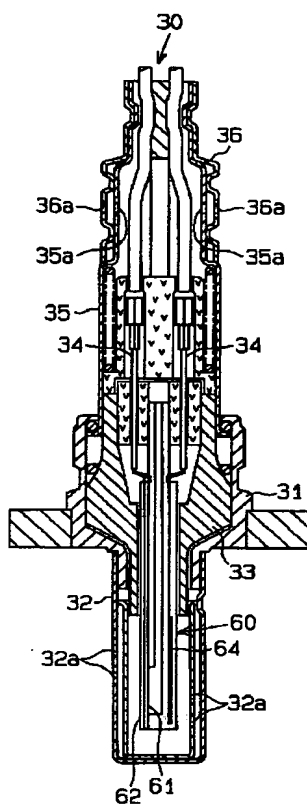
[Drawing 6]



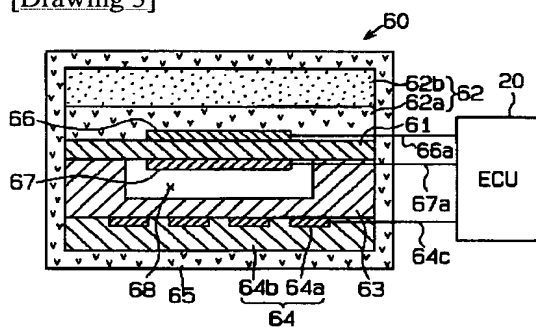
[Drawing 1]



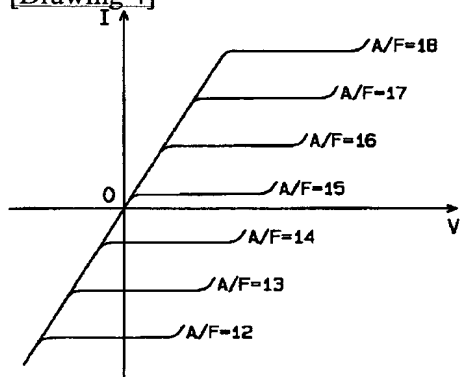
[Drawing 2]



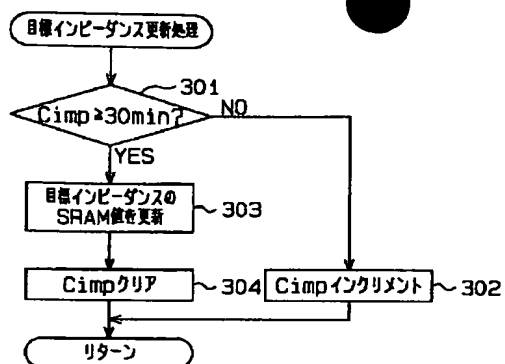
[Drawing 3]



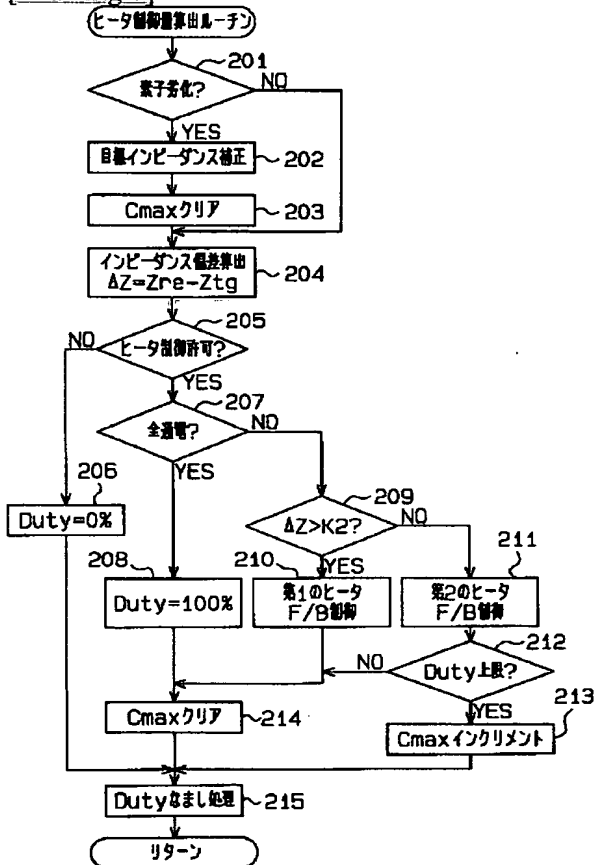
[Drawing 4]



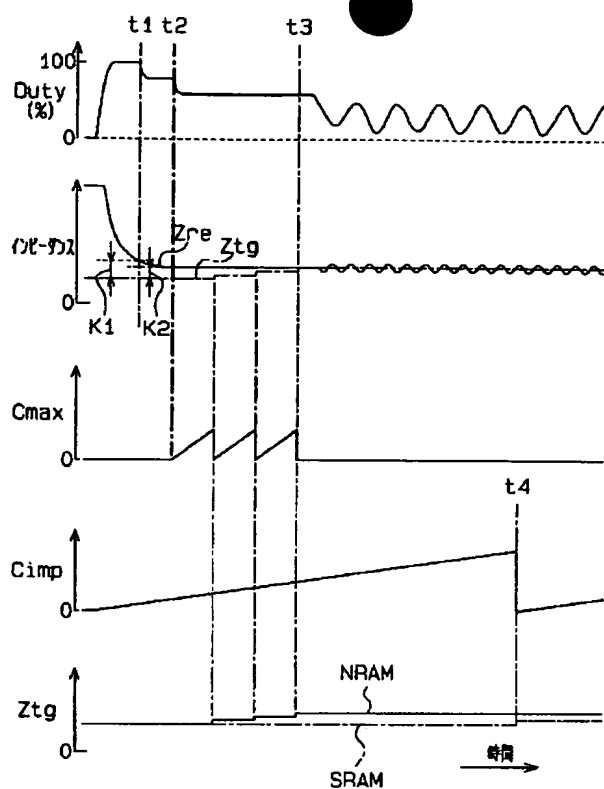
[Drawing 8]



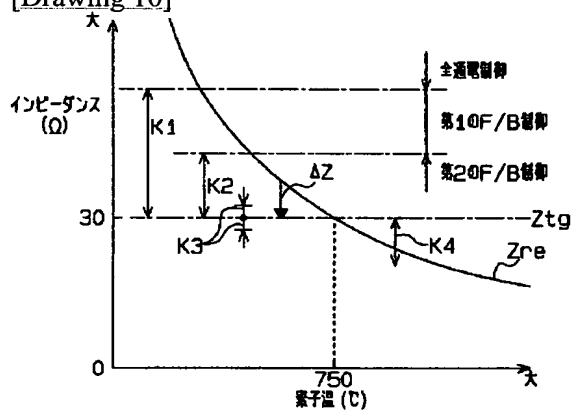
[Drawing 7]



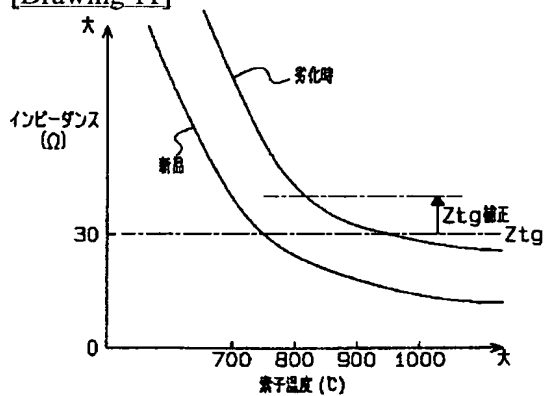
[Drawing 9]



[Drawing 10]

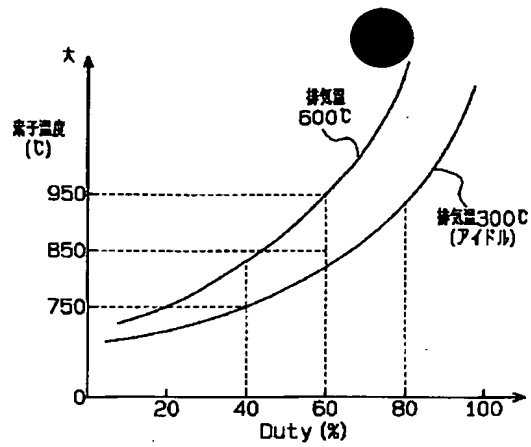


[Drawing 11]

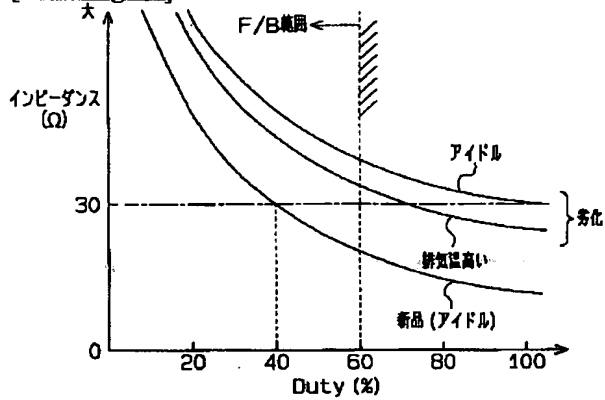


[Drawing 12]

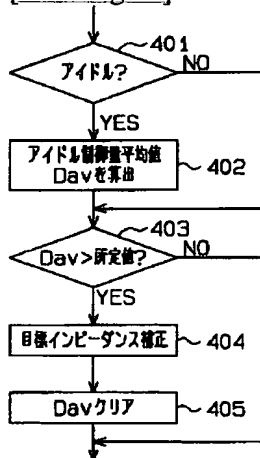




[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開 2002-48761

(P2002-48761A)

(43) 公開日 平成14年2月15日 (2002. 2. 15)

(51) Int. Cl. 7

識別記号

FI

テマコード (参考)

G01N 27/41

F02D 35/00

368

F02D 35/00

368 B 3G084

45/00

368

45/00 368 H

G01N 27/416

G01N 27/46

325 Q

325 D

325 G

審査請求 未請求 請求項の数 1 1 OL

(全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-238831 (P2000-238831)

(22) 出願日 平成12年8月7日 (2000. 8. 7)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 岡本 喜之

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社

デンソー内

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣 (外1名)

Fターム (参考) 3G084 BA00 DA27 EB06 EB12 EB22

FA28 FA29

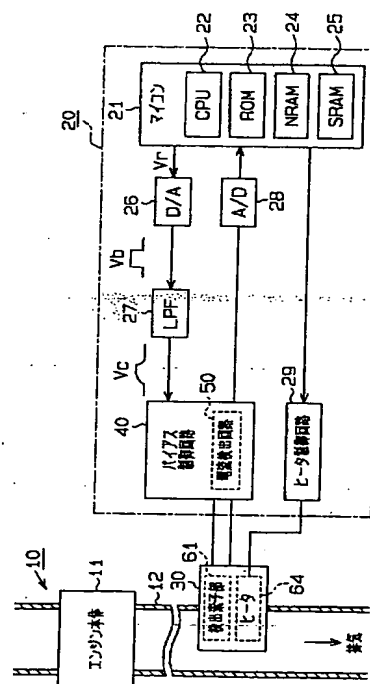
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガス濃度センサのヒータ制御装置

(57) 【要約】

【課題】 検出素子の劣化を好適に検出し、ひいては当該検出素子の保護を図ること。

【解決手段】 A/Fセンサ30は、エンジン排出ガス中の酸素濃度にはば比例した限界電流を出力する検出素子61と該検出素子61を加熱するヒータ64とを有する。マイコン21内のCPU22は、検出素子61のインピーダンスが目標値に一致するよう予め規定した通電量の範囲内でヒータ64への通電をフィードバック制御する。また、CPU22は、ヒータ通電のフィードバック制御が実施される場合に、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその近傍に達しているかどうかを判定し、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその近傍に達しその状態が所定時間以上継続されると、検出素子61が劣化している旨を判定する。CPU22は、検出素子61が劣化している旨判定された場合、インピーダンスの目標値を補正する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関の排出ガス中の特定成分濃度にほぼ比例した限界電流を出力する検出素子と該検出素子を加熱するヒータとを有するガス濃度センサと、前記ガス濃度センサの素子抵抗が目標値に一致するよう予め規定した通電量の範囲内でヒータへの通電をフィードバック制御するヒータ制御手段と、

ヒータ通電のフィードバック制御が実施される場合に、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその近傍にあれば、その状態から検出素子の劣化を判定する劣化判定手段と、を備えたことを特徴とするガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 2】 前記劣化判定手段は、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその近傍に達しているかどうかを判定し、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその近傍に達しその状態が所定時間以上継続されると、検出素子が劣化している旨を判定する請求項 1 に記載のガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 3】 内燃機関のアイドル運転時におけるヒータ通電量をモニタして所定期間内での平均値を算出する手段を備え、

前記劣化判定手段は、アイドル運転時におけるヒータ通電量の平均値が前記規定範囲の上限値又はその近傍にあれば、検出素子が劣化している旨を判定する請求項 1 に記載のガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 4】 前記劣化判定手段により検出素子が劣化している旨判定された場合、素子抵抗の目標値を補正する補正手段を更に備える請求項 1～3 の何れかに記載のガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 5】 請求項 4 に記載のヒータ制御装置において、

前記補正手段は、素子抵抗の偏差をなくすようにその目標値を徐変させるガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 6】 請求項 4 又は 5 に記載のヒータ制御装置において、

前記補正手段は、素子抵抗の目標値を増加側にのみ補正するガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 7】 請求項 4 又は 5 に記載のヒータ制御装置において、

前記補正手段は、内燃機関からの排出ガスが比較的低い状態である場合にのみ、素子抵抗の目標値を補正するガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 8】 請求項 4～7 の何れかに記載のヒータ制御装置において、

前記補正手段により補正する毎に該補正した素子抵抗の目標値を一時記憶メモリに記憶し、それよりも長い時間間隔で、前記一時記憶メモリに記憶した素子抵抗の目標値をバックアップ用メモリに記憶するガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 9】 請求項 8 に記載のヒータ制御装置におい

て、

内燃機関の始動に伴うヒータ通電の開始当初には、前記バックアップ用メモリに記憶された目標値を読み出し、それをヒータ通電のフィードバック制御に用いるガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 10】 内燃機関に供給する混合気の空燃比を制御する空燃比制御システムに適用され、前記ガス濃度センサは、内燃機関の排出ガス中の酸素濃度にほぼ比例した限界電流を出力する空燃比センサである請求項 1～9 の何れかに記載のガス濃度センサのヒータ制御装置。

【請求項 11】 前記ガス濃度センサは、固体電解質を有する検出素子にヒータを積層して配置した積層型構造を持つ請求項 1～10 の何れかに記載のガス濃度センサのヒータ制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、ガス濃度センサのヒータ制御装置に係り、詳しくは、内燃機関の排出ガス中の酸素濃度を検出する空燃比センサ等において、同センサを活性化するためのヒータの通電を好適に制御するための技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 この種のガス濃度センサとして、例えば、エンジンの排出ガス中の酸素濃度を検出する限界電流式空燃比センサが知られており、当該センサのヒータ制御装置として、特開平 8-278279 号公報、特開平 10-300716 号公報などの技術が開示されている。

【0003】 また、空燃比センサは一般に、断面コップ状を成すコップ型構造のものと、板状の検出素子やヒータ部材等を積層して構成される積層型構造のものとが知られており、近年では、小型化、低コスト化に適し、且つ検出素子の昇温特性に優れる積層型構造のものが多用されつつある。この積層型構造の空燃比センサは、例えば特開平 11-344466 号公報に開示されており、検出素子とヒータとが間近に配置され、素子温度とヒータ温度との差が比較的小さいことから、ヒータ抵抗の検出値によるヒータ電力制御に代えて、検出素子の内部抵抗（インピーダンス）によるヒータ通電制御が実施される。つまり、検出素子のインピーダンスが所定の目標値になるよう、ヒータ通電量がフィードバック制御される。なお、積層型構造の空燃比センサでは、ヒータから検出素子への伝熱効果が良好となるため、ヒータでの発熱量を抑える、つまり電流値を小さくすることが可能となる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、検出素子は、ヒータによる長時間の加熱やガソリン成分の被毒などが原因で劣化し、インピーダンス特性が変化する場合がある。この場合、インピーダンス特性の変化が原

インピーダンスが変化して入ってくる

因で素子温度が上昇し、この状態でヒータ通電を継続することにより更なる熱劣化を助長するおそれがあった。

また、この状態で内燃機関から高温の排出ガスが排出されると、素子温度がより一層上昇するおそれもある。

【0005】本発明は、上記問題に着目してなされたものであって、その目的とするところは、検出素子の劣化を好適に検出し、ひいては当該検出素子の保護を図ることができるガス濃度センサのヒータ制御装置を提供することである。

【0006】

【課題を解決するための手段】ガス濃度センサは、素子抵抗（検出素子のインピーダンス）が目標値に一致するよう予め規定した通電量の範囲内でヒータ通電量がフィードバック制御される（ヒータ制御手段）。そして、このヒータ通電制御にて検出素子が活性化されることにより、検出素子は、内燃機関の排出ガス中の特定成分濃度にほぼ比例した限界電流を出力する。特に請求項1に記載の発明では、ヒータ通電のフィードバック制御が実施される場合に、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその近傍にあれば、その状態から検出素子の劣化を判定する（劣化判定手段）。

【0007】要するに、検出素子が劣化すると素子抵抗が大きくなるために目標値との偏差が大きくなり、その偏差をなくすようなフィードバック制御を継続すると、ヒータ通電量が大きくなってフィードバック制御の規定範囲の上限値に達する。それ故に、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその付近にあれば、検出素子の劣化が好適に検出できる。この場合、検出素子の劣化が正しく検出できれば、それ以降のヒータ通電を制限したりすることにより検出素子の更なる劣化進行が抑制される。従って、検出素子の保護を図ることが可能となる。

【0008】特に、固体電解質を有する検出素子にヒータを積層して配置した、いわゆる積層型構造のガス濃度センサ（請求項11）では、温度特性に優れる反面、素子割れ等の不具合が生じ易いが、本発明では、上記の通り劣化判定を好適に行うことにより上記不具合が解消される。故に、素子保護等の効果がより一層有効的に得られることとなる。

【0009】また、前記劣化判定手段としては、以下の請求項2又は3の如く具体化されるのが望ましい。つまり、

・請求項2に記載の発明では、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその近傍に達しているかどうかを判定し、ヒータ通電量が規定範囲の上限値又はその近傍に達した状態が所定時間以上継続されると、検出素子が劣化している旨を判定する。

・請求項3に記載の発明では、アイドル運転時におけるヒータ通電量の平均値が前記規定範囲の上限値又はその近傍にあれば、検出素子が劣化している旨を判定する。

これら何れの場合にも、検出素子が劣化していることが、

正しく検出できる。

【0010】また、請求項4に記載の発明では、検出素子が劣化している旨判定された場合、素子抵抗の目標値を補正するので、検出素子の劣化状態（劣化の程度）に応じたヒータ通電制御を実施することができる。この場合、素子劣化時にも、検出素子の温度を望み通りに制御することが可能となる。これにより、検出素子の過剰な温度上昇が抑制され、検出素子が保護できる。

【0011】かかる場合、請求項5に記載したように、前記補正手段は、素子抵抗の偏差をなくすようにその目標値を徐変させると良い。このとき、素子抵抗の偏差をなましつつ補正したり、比較的小さな所定値にて補正したりすると良い。

【0012】更に、請求項6に記載したように、前記補正手段は、素子抵抗の目標値を増加側にのみ補正すると良い。つまり、ガス濃度センサ（検出素子）が内燃機関の排出ガスに晒される場合、排出ガスの温度が高いと、排出ガスからの受熱により素子抵抗の偏差が一時的に小さくなり、素子劣化に伴い一旦増加側に補正された素子抵抗の目標値が誤って減少側に再補正されてしまうことが懸念される。しかしながら、目標値の補正を増加側に限定することにより、素子抵抗の目標値が誤って補正されるといった不都合が防止される。

【0013】また、上記請求項6に代えて、請求項7に記載したように、内燃機関からの排出ガスが比較的低い状態である場合にのみ、素子抵抗の目標値を補正するようにしても良い。例えば、内燃機関のアイドル時には排出ガスの温度が低く、排出ガスの温度による影響が少ないと考えられる。故に、こうしたアイドル運転時などに限定して補正を行うことにより、誤った補正が防止できる。

【0014】請求項8に記載の発明では、前記補正手段により補正する毎に該補正した素子抵抗の目標値を一時記憶メモリに記憶し、それよりも長い時間間隔で、前記一時記憶メモリに記憶した素子抵抗の目標値をバックアップ用メモリに記憶する。本発明では、素子抵抗の目標値が誤って補正されたとしても、それは一時記憶メモリ（ノーマルRAM）に一旦記憶され、直ぐにバックアップ用メモリ（スタンバイRAM）に記憶されることはない。それ故、素子抵抗の目標値が誤学習されるといった不都合は生じない。

【0015】請求項9に記載の発明では、内燃機関の始動に伴うヒータ通電の開始当初には、バックアップ用メモリに記憶された目標値を読み出し、それをヒータ通電のフィードバック制御に用いる。これにより、内燃機関の始動当初から前回学習した目標値を用いて好適なヒータ通電制御を実施することができる。

【0016】また、請求項10に記載したように、内燃機関の空燃比制御システムに適用する場合には、上記した通りガス濃度センサのヒータ通電が好適に実施される

ことにより、ガス濃度センサ（空燃比センサ）の適正な活性状態が維持され、空燃比を正しく検出することが可能となる。故に、空燃比制御を精度良く実施することができる。

【0017】

【発明の実施の形態】（第1の実施の形態）以下、この発明を車載エンジンの空燃比制御システムに具体化した一実施の形態を図面に従って説明する。本制御システムは、空燃比センサ（A/Fセンサ）による検出結果を基にエンジンへの燃料噴射量を所望の空燃比にて制御するものであり、本実施の形態では特に、A/Fセンサを良好に活性化するためのヒータ通電制御の内容を中心に以下に詳しく説明する。

【0018】図1は、本実施の形態における空燃比制御システムの概要を示す全体構成図である。図1において、限界電流式空燃比センサ（以下、A/Fセンサという）30は、エンジン10のエンジン本体11から延びる排気管12に取り付けられており、電子制御ユニット（以下、ECUという）20から指令される電圧の印加に伴い、排ガス中の酸素濃度に比例したリニアな空燃比検出信号（センサ電流信号）を出力する。

【0019】ECU20は、各種制御の中枢をなすマイクロコンピュータ（以下、マイコンという）21を備えており、マイコン21は、各種の演算プログラムを実行するCPU22と、各種プログラムや制御データを予め記憶するROM23と、演算データを一時的に記憶するNRAM（ノーマルRAM）24と、電源遮断時にも記憶内容を保持するデータバックアップ用のSRAM（スタンバイRAM）25等により構成されている。マイコン21は、エンジン10の燃料噴射制御や点火制御を実施する他に、A/Fセンサ30への印加電圧制御や同センサ30のヒータ通電制御を実施する。

【0020】A/Fセンサ30に関する制御を略述すれば、マイコン21は、A/Fセンサ30に電圧を印加するためのバイアス指令信号V<sub>r</sub>を、D/A変換器26及びLPF（ローパスフィルタ）27を介してバイアス制御回路40に出力する。このとき、D/A変換器26にてバイアス指令信号V<sub>r</sub>がアナログ信号V<sub>b</sub>に変換され、更にLPF27にてアナログ信号V<sub>b</sub>の高周波成分が除去された後、出力電圧V<sub>c</sub>がバイアス制御回路40に入力される。

【0021】バイアス制御回路40内の電流検出回路50は、A/Fセンサ30への電圧の印加に伴い流れる電流値を検出する。当該電流検出回路50にて検出された電流値のアナログ信号は、A/D変換器28を介してマイコン21に入力される。マイコン21は、所定の時間周期（例えば数ミリ秒毎）でセンサ電流を取り込み、その電流値をA/Fに変換する。また、A/Fセンサ30のインピーダンス検出に際しては、マイコン21から出力される矩形状のバイアス指令信号V<sub>r</sub>により、単発的

で且つ所定の時定数を持った電圧がA/Fセンサ30に印加される。

【0022】更に、マイコン21は、ヒータ制御回路29に対してヒータ制御信号を出力する。これにより、A/Fセンサ30に設けられたヒータ64の通電がデューティ制御される。

【0023】A/Fセンサ30は、積層型のセンサ素子部（セル）60を有するものであって、その構成を図2及び図3を用いて説明する。ここで、図2は、A/Fセンサ30の全体構成を示す断面図、図3は、A/Fセンサ30を構成するセンサ素子部60の断面図である。

【0024】図2に示されるように、A/Fセンサ30は、排気管壁に螺着される筒状の金属製ハウジング31を有し、そのハウジング31の下側開口部には素子カバー32が取り付けられている。素子カバー32内には、長板状のセンサ素子部60の先端（下端）が配設されている。素子カバー32は有底二重構造をなし、排ガスをカバー内部に取り込むための複数の排気口32aを有する。センサ素子部60は、ハウジング31内に配設された絶縁部材33を貫通するように図の上方に延び、その上端部には一對のリード部34が接続されている。

【0025】ハウジング31の上端には本体カバー35がカシメ着されている。また、本体カバー35の上方にはダストカバー36が取り付けられ、これら本体カバー35及びダストカバー36の二重構造によりセンサ上部が保護される。各カバー35、36には、カバー内部に大気を取り込むための複数の大気口35a、36aが設けられている。

【0026】次に、センサ素子部60の構成を図3を用いて説明する。センサ素子部60は大別して、固体電解質からなる検出素子61、ガス拡散抵抗層62、大気導入ダクト63及びヒータ64からなり、これら各部材を積層して構成されている。また、各部材の周囲には保護層65が設けられている。

【0027】長方形板状の検出素子（固体電解質）61は部分安定化ジルコニア製のシートであり、その上面（ガス拡散抵抗層62側）には白金等からなる多孔質の計測電極66が形成されると共に、下面（大気導入ダクト63側）には同じく白金等からなる多孔質の大気側電極67が形成されている。計測電極66及び大気側電極67には、リード部66a、67aが接続されており、その先はECU20に接続されている。

【0028】ガス拡散抵抗層62は、計測電極66へ排ガスを導入するための多孔質シートからなるガス透過層62aと、排ガスの透過を抑制するための緻密層からなるガス遮蔽層62bとを有する。ガス透過層62a及びガス遮蔽層62bは何れも、アルミナ、スピネル、ジルコニア等のセラミックスをシート成形法等により成形したものであるが、ポロシティの平均孔径及び気孔率の違いによりガス透過率が相違するものとなっている。この

場合、ガス透過層62aの表面はガス遮蔽層62bに被われているため、センサ素子部周囲の排ガスはガス透過層62aの側方(図の左右方向)から侵入し、計測電極66に達する。

【0029】大気導入ダクト63はアルミナ等の高熱伝導性セラミックスからなり、同ダクト63により大気室68が形成されている。この大気導入ダクト63は大気室68内の大気側電極67に大気を導入する役割をなす。因みに、大気室68は、前記図2に示すカバー35、36の大気口35a、36aに連通している。

【0030】大気導入ダクト63の下面にはヒータ64が取り付けられている。ヒータ64は、車載バッテリーからの通電により発熱する発熱体64aと、それを覆う絶縁シート64bとからなり、発熱体64aの両端にはリード部64cが接続されている。但し、図3の構成以外に、発熱体64aを検出素子61に埋設したり、発熱体64aをガス拡散抵抗層62に埋設したりする構成も可能である。

【0031】上記構成のA/Fセンサ30は、図4に示す電圧-電流特性を持つ。すなわち、センサ素子部60(検出素子61)は、酸素濃度を直線的特性にて検出するものであり、酸素濃度に応じた限界電流を発生する。限界電流(センサ電流)の増減はA/F値の増減(すなわち、リーン・リッチの程度)に対応しており、A/F値がリーン側になるほど限界電流は増大し、A/F値がリッチ側になるほど限界電流は減少する。ここで、検出素子61のインピーダンス(素子抵抗)と同素子61の温度(素子温度)とは相関があり、素子温度が上昇するほど、インピーダンスが低下する傾向にある。この場合、検出素子61のインピーダンスが目標値(例えば30Ω)になるようヒータ通電をF/B制御することにより、素子温度が目標温度(例えば750℃)に保持される。

【0032】次に、ヒータ通電制御の概要について説明する。ここで、図6~図8は、何れもマイコン21内のCPU22により実施される制御プログラムを示すフローチャートであり、このうち図6は、エンジン始動時にイニシャルルーチンとして実行される。また、図7はヒータ制御量算出ルーチンであり、例えば131ミリ秒毎に実行される。図8は目標インピーダンス更新処理であり、例えば1秒毎に実行される。

【0033】さて、エンジン始動に伴い図6の処理が起動すると、ステップ101では、SRAM25に既に記憶されている目標インピーダンスZtg(前回までの学習値)を読み出し、そのZtgをNRAM24に記憶する。以降、NRAM24のZtg値を用いたヒータ64の通電制御が可能となり、前回運転時までの学習結果を反映したヒータ制御が実施されるようになる。

【0034】一方、図7では、大きくは全通電制御、第1のヒータF/B制御、第2のヒータF/B制御が順次

実施されるようになっており、概略として、エンジンの始動当初には全通電制御が実施され、その全通電制御ではヒータ制御量(Duty)が100%で制御される。また、全通電制御に引き続き第1のヒータF/B制御が実施され、この第1のヒータF/B制御では、インピーダンスの偏差に応じてヒータ制御量(Duty)が0~80%の規定範囲内で制御される。更に、第1のヒータF/B制御に引き続き第2のヒータF/B制御が実施され、この第2のヒータF/B制御では、インピーダンスの偏差に応じてヒータ制御量(Duty)が0~60%の規定範囲内で制御される。

【0035】具体的には、センサ新品時のインピーダンス特性を示す図10において、実インピーダンスZreと素子温度とが図の実線の関係にあり、目標インピーダンスZtgが素子温度750℃相当の「30Ω」である場合、インピーダンスの偏差 $\Delta Z (=Zre - Ztg)$ が所定値K1(例えば、20Ω)よりも大きければ、全通電制御が実施される。また、インピーダンスの偏差 $\Delta Z$ が所定値K2~K1の範囲内(例えば、10~20Ω)にあれば、第1のヒータF/B制御が実施され、 $\Delta Z$ が所定値K2(例えば、10Ω)よりも小さければ、第2のヒータF/B制御が実施される。

【0036】更に、第2のヒータF/B制御が実施されるとき、ヒータ制御量(Duty)がF/B制御範囲の上限値(60%)のまま継続されると、検出素子61が劣化している旨が判定される。つまり、検出素子61が劣化すると目標値に対するインピーダンスの偏差が大きくなり、その偏差をなくすようなF/B制御を継続すると、Dutyが大きくなってF/B制御範囲の上限値に達する。このことから、検出素子61の劣化が検出されるようになっている。

【0037】なおここで、実インピーダンスZreは、周知の掃引法により検出されるようになっており、詳しくは図5に示すように、A/Fセンサ30の印加電圧を一時的に正方向及び負方向に変化させる。そして、この電圧変化時における正負何れか一方の電圧変化量 $\Delta V$ と電流変化量 $\Delta I$ とから実インピーダンスZreを算出する( $Zre = \Delta V / \Delta I$ )。以下、ヒータ通電の詳しい内容を図7に従い説明する。

【0038】先ず図7のステップ201では、検出素子61の劣化判定を行う。ここで、劣化判定は、第2のヒータF/B制御が実施される場合に、ヒータ制御量(Duty)が上限値(60%)のまま所定時間以上継続されているかどうかにより行い、実際には、エンジン始動後3.00秒が経過していることを前提に、後述するカウンタCmaxの値が所定時間(例えば20秒)以上であれば、検出素子61が劣化している旨を判定する。

【0039】素子劣化でなければ、そのままステップ204に進む。また、素子劣化であればステップ202に進み、目標インピーダンスZtgの補正を行う。つま

り、ステップ202では、インピーダンスの偏差 $\Delta Z$ に応じて、NRAM値である目標インピーダンス $Z_{tg}$ を補正する。但し、目標インピーダンス $Z_{tg}$  (NRAM値)の補正は増加側にのみ限って行うこととしており、その理由については後述する。

【0040】この目標インピーダンス $Z_{tg}$ の補正に際し、なまし演算等の手法を用いて補正を行うのが望ましく、一例として、

$$Z_{tg} = Z_{tg}(i-1) + \Delta Z / 4$$

といった演算により目標インピーダンスの前回値 $Z_{tg}(i-1)$ を補正し、今回値を算出する。なお、上記補正には、前回処理時の $\Delta Z$ 値を用いればよい。勿論、比較的小さな一定の更新量 $\alpha$ で目標インピーダンス $Z_{tg}$ を補正する構成でも良い( $Z_{tg} = Z_{tg}(i-1) + \alpha$ とする)。目標インピーダンス $Z_{tg}$ の補正後、ステップ203では、カウンタ $C_{max}$ をクリアする。

【0041】その後、ステップ204では、実インピーダンス $Z_{re}$ と目標インピーダンス $Z_{tg}$ とから偏差 $\Delta Z$ を算出する( $\Delta Z = Z_{re} - Z_{tg}$ )。次に、ステップ205では、ヒータ制御の許可条件が成立するか否かを判別する。この許可条件としては、・エンジン始動後にエンジン回転数が所定値(例えば200rpm)以上に上昇したこと、

・バッテリー電圧が低下していないこと、  
・ヒータ制御に関与するその他のセンサの異常がないこと、

等を含み、これらが成立する場合にヒータ制御が許可される。ヒータ制御の許可条件が不成立の場合、ステップ206に進み、ヒータ制御量(Duty)を0%とする。

【0042】また、ヒータ制御の許可条件が成立した場合はステップ207に進み、ヒータ全通電を実施するか否かを判別する。ヒータ全通電の実施条件としては、全通電の開始後の経過時間が所定時間(例えば10秒)以内であり、且つインピーダンス偏差 $\Delta Z (= Z_{re} - Z_{tg})$ が所定値 $K_1$ 以上であることを含み、エンジンの低温始動時等においては実インピーダンス $Z_{re}$ が非常に大きな値であることから、ステップ207がYESとなり、ヒータ全通電を実施する。つまり、ステップ208に進み、ヒータ制御量(Duty)を100%とする。

【0043】また、ステップ207がNOであればステップ209に進み、インピーダンスの偏差 $\Delta Z$ が所定値 $K_2$ よりも大きいかなかを判別する。そして、ステップ209がYESであればステップ210に進み、第1のヒータF/B制御を実施する。このとき、前述した通り0~80%の範囲でDutyが設定される。但し実際には、エンジンの始動直後はインピーダンスの偏差 $\Delta Z$ が未だ大きいので、80%付近のDutyが設定されることがとなる。

【0044】また、ステップ209がNOの場合、ステップ211に進み、第2のヒータF/B制御を実施する。このとき、前述した通り0~60%の範囲でDutyが設定される。本実施の形態の場合、インピーダンスの偏差 $\Delta Z$ に応じて、ヒータ制御量(Duty)が0%、20%、40%、60%の何れかに設定されるようになっている(但し、第1のヒータF/B制御では、これに80%が加わる)。図10を用いて具体的に説明すれば、・素子温度が目標値よりも高温の場合において、 $\Delta Z < -K_4$ であれば、Duty=0%とし、 $\Delta Z = -K_3 \sim -K_4$ であれば、Duty=20%とする。・素子温度が目標値付近にあれば、すなわち、 $|\Delta Z| \leq K_3$ であれば、この温度が保持できるようDuty=40%とする。・素子温度が目標値よりも低温の場合において、 $\Delta Z = K_3 \sim K_2$ であれば、Duty=60%とする。

【0045】その後、ステップ212では、その時のDutyが上限(60%又はその近傍)にあるかなかを判別する。そして、YESであればステップ213に進み、カウンタ $C_{max}$ をインクリメントする。また、ステップ212がNOであればステップ214に進み、カウンタ $C_{max}$ をクリアする(ステップ208、210の処理後も同様)。上記ステップ212、213によれば、第2のヒータF/B制御が実施される場合においてヒータ制御量(Duty)が上限値のまま継続されると、その継続時間が計測される。A/Fセンサ30の劣化時には、ステップ212がYESとなる状態が続くため、カウンタ $C_{max}$ がカウントアップされていく。

【0046】最後に、ステップ215では、ヒータ制御量の急変を防止すべく、今回設定したヒータ制御量(Duty)になまし処理を実施する。例えば、 $Duty = (3 \times Duty(i-1) + \text{今回Duty}) / 4$

といった演算によりDutyを設定する。

【0047】なお本実施の形態では、ステップ209~211が本発明の「ヒータ制御手段」に相当し、ステップ201が「劣化判定手段」に相当し、ステップ202が「補正手段」に相当する。

【0048】一方、図8に示す目標インピーダンス更新処理では、例えば30分間隔でSRAM25の更新を実施する。すなわち、1秒周期で図8の処理がスタートすると、先ずステップ301では、SRAM値の更新間隔を計測するためのカウンタ $C_{imp}$ が30分相当の値に達したかなかを判別し、NOであればステップ302に進み、カウンタ $C_{imp}$ のインクリメントを継続する。

【0049】また、ステップ301がYESであればステップ303に進み、目標インピーダンス $Z_{tg}$ のSRAM値を更新する。つまり、前記図7の処理において、目標インピーダンス $Z_{tg}$ が補正されてその値がNRAM24に一時記憶されている場合、NRAM値(補正後

Z t g) をSRAM25に書き込む。但しこのとき、それまでのSRAM値に対してなまし処理を実施するのが望ましく、例えば、 $SRAM値 = (7 \times SRAM値(i-1) + NRAM値) / 8$ といった演算により新たなSRAM値(Z t g)を求め、それをSRAM25に書き込む。そしてその後、ステップ304では、カウンタCimpをクリアする。

【0050】要するに、目標インピーダンスZ t gのNRAM値は、補正により変更されるとその都度更新されるため、最新値が素早くヒータ制御に反映される。これに対し、目標インピーダンスZ t gのSRAM値は、比較的長い時間間隔でゆっくり更新されるため、誤学習などが抑制できる。

【0051】ここで、素子劣化時における目標インピーダンスZ t gの補正を増加側にのみ実施する理由を説明する。A/Fセンサ30の新品時と劣化時とでインピーダンス特性を比較すると、図11に示すように、総じて劣化時のインピーダンスが大きくなり、同じ目標インピーダンスZ t g(例えば30Ω)でヒータ通電を制御したとしても、センサ劣化時には素子温度が高くなる。この場合、目標インピーダンスZ t gを引き上げることで、素子温度の上昇が抑制される。また、エンジンの排気温度はエンジン運転状態に応じて変化し、アイドル運転時のように排気温度が低い場合と高速走行時のように排気温度が高い場合とを比べると、それが原因で素子温度が変わる。つまり、図12に示すように、同じDutyでヒータ通電を制御したとしても、排気温度が高い方が素子温度が高くなる。それ故、排気温度が高ければ実インピーダンスが小さくなり、センサ劣化時におけるインピーダンス偏差ΔZが小さくなる。逆に、排気温度が低ければ実インピーダンスが大きくなり、センサ劣化時におけるインピーダンス偏差ΔZが大きくなる。

【0052】この場合、排気温度に関係なく一様に、インピーダンス偏差ΔZにより目標インピーダンスZ t gの補正を行うと、劣化状態が同じであっても排気温度の違いに応じて目標インピーダンスZ t gの補正量が相違してしまい、アイドル時に増加側に補正された目標インピーダンスZ t gが、走行時(排気温度上昇時)に減少側に誤って再補正されるといった不都合が生じる。図13によれば、排気温度が低いアイドル時と排気温度が高い状態とを比較した場合に、前者の方が素子劣化の状態が顕著となることが分かる(劣化に伴うインピーダンス増加の程度が大きい)。

【0053】本実施の形態では、目標インピーダンスZ t gの補正を増加側にのみ限定することにより、実質上、エンジンの全運転期間内において最も排気温度の低いアイドル運転時、すなわちインピーダンス偏差が最も大きくなる条件でのみ、目標インピーダンスZ t gの補正が行われることとなる。このとき、A/Fセンサ30が劣化している場合において、その劣化状態に則したイ

ンピーダンス補正を行わなければならないのにその適正な補正が行われない、といった不都合が解消される。

【0054】また、排気温度が高い場合には、A/Fセンサ30が劣化していても、排気からの受熱により実インピーダンスZ reが目標インピーダンスZ t gにほぼ一致し、素子温度が高い状態であるにも関わらずヒータ制御量(Duty)が低下することが考えられる。それ故に、素子劣化に伴うインピーダンス補正ができなくなるが、上記の通りアイドル運転時にインピーダンス補正を行ってれば、排気温度が高くても素子温上昇が抑制できるようになる。

【0055】次に、ヒータ通電制御についてより具体的な動作を図9のタイムチャートを用いて説明する。なお、図9は、エンジン10の低温始動時におけるヒータ通電の様子を示す。

【0056】さて、エンジン始動直後にヒータ制御が許可されると、ヒータ64の全通電制御が開始される。このとき、ヒータ制御量(Duty)は100%で制御される。その後、素子温度の上昇に伴い次第に実インピーダンスZ reが低下し、時刻t1で、インピーダンス偏差ΔZが所定値K1を下回ると(或いは、全通電開始後10秒が経過すると)、Duty=0~80%を制御範囲とする第1のヒータF/B制御が開始される。このとき、ヒータ制御量(Duty)はほぼ80%で制御され、素子昇温を優先したヒータ制御が実施される。

【0057】その後、時刻t2では、インピーダンス偏差ΔZが所定値K2まで減少し、Duty=0~60%を制御範囲とする第2のヒータF/B制御が開始される。或いは、始動後300秒が経過すると、第2のヒータF/B制御が開始される。このとき、検出素子61が劣化していれば、インピーダンス偏差ΔZが大きいままとなるので、DutyがF/B制御範囲の上限値(60%)に張り付き、その状態が継続される。故に、カウンタCmaxがカウントアップされていく。

【0058】その後、その状態のままCmax値が20秒相当の値になると、検出素子61が劣化しているとの判定が下される。そして、インピーダンス偏差ΔZに応じて目標インピーダンスZ t gが増加側に補正される。また、Z t g値の補正後もインピーダンス偏差ΔZが大きく、Dutyが上限値(60%)に張り付いたままならば、カウンタCmaxがカウントし直され、その値が再び20秒相当の値になると、再びインピーダンス偏差ΔZに応じて目標インピーダンスZ t gが増加側に補正される。なお、補正された目標インピーダンスZ t gは、その都度NRAM値として更新される。

【0059】こうしてZ t g値の補正が繰り返されることによりインピーダンス偏差ΔZが次第に小さくなり、ヒータ制御量(Duty)の上限値張り付きの状態が解消されると(時刻t3)、それ以降、実インピーダンスZ reが目標インピーダンスZ t gに一致するよう、偏



差 $\Delta Z$ に応じてヒータ通電がフィードバック制御される。

【0060】また、エンジン始動後、カウンタCimpがカウントアップされ、Cimp値が30分相当の値になると、NRAM24内の目標インピーダンスZtgがSRAM25に書き込まれる(時刻t4)。つまり、30分間隔でSRAM値の更新が繰り返し行われる。そして、次のエンジン始動時には、今回更新したZtg値がSRAM25からNRAM24に読み出され、始動当初よりヒータ制御に用いられる。

【0061】以上詳述した本実施の形態によれば、以下に示す効果が得られる。ヒータ通電のF/B制御が実施される場合に、ヒータ制御量(Duty)が規定範囲の上限値に達しその状態が所定時間以上継続されると、検出素子61が劣化している旨を判定するようにした。また、検出素子61の劣化時には目標インピーダンスZtgを補正するようにした。この場合、検出素子61の劣化が正しく検出できると共に、その劣化状態(劣化の程度)に応じたヒータ通電制御を実施することができる。従って、素子劣化時にも、素子温度を望み通りに制御することが可能となる。これにより、検出素子61の過剰な温度上昇が抑制され、同検出素子61の更なる劣化進行が抑制される。

【0062】特に、積層型構造のA/Fセンサ30では、温度特性に優れる反面、素子割れ等の不具合が生じ易いが、上記の通り劣化判定を好適に行うことにより素子割れ等の不具合が解消される。故に、素子保護等の効果がより一層有効的に得られることとなる。

【0063】素子劣化に伴うZtg補正時において、なまし処理により目標インピーダンスZtgを徐変させるようにしたので、Ztg値の誤った補正が防止される。また、インピーダンス偏差 $\Delta Z$ に応じて補正を行うようにしたので、インピーダンス偏差 $\Delta Z$ が大きい場合や、バッテリー交換時などSRAM25のデータがクリアされる場合にその収束性が向上する。

【0064】更に、目標インピーダンスZtgを増加側のみ補正する構成としたので、排気温度の影響による誤ったZtg補正が防止される。その結果、ヒータ通電の制御精度が向上する。

【0065】目標インピーダンスZtgを補正する毎に補正後のZtg値をNRAM(一時記憶メモリ)24に記憶し、それよりも長い時間間隔で、NRAM24のZtg値をSRAM(バックアップ用メモリ)25に記憶するようにしたので、Ztg値が誤って補正されたとしても、それはNRAM24に一旦記憶され、直ぐにSRAM25に記憶されることはない。それ故、Ztg値が誤学習されるといった不都合は生じない。

【0066】エンジン始動に伴うヒータ通電の開始当初は、SRAM25に記憶されたZtg値を読み出し、それをヒータ通電制御に用いるので、エンジン始動当初か

ら前回学習した目標値を用いて好適なヒータ通電制御を実施することができる。

【0067】検出素子61の冷間状態からの昇温に際し、通電開始当初はヒータ64を全通電制御し、その後、検出素子61の昇温に伴い、第1のヒータF/B制御、第2のヒータF/B制御を順次実施するようにした。これにより、DutyのF/B制御範囲が検出素子61の暖機状態に応じて変更され、検出素子61の暖機促進(早期活性化)と素子保護とを共に図ることができる。

【0068】エンジンの空燃比制御システムにおいて、上記した通りA/Fセンサ30のヒータ通電が好適に実施されるので、A/Fセンサ30の適正な活性状態が維持され、空燃比を正しく検出することが可能となる。故に、空燃比制御を精度良く実施することができる。

【0069】(第2の実施の形態)次に、本発明における第2の実施の形態について、上述した第1の実施の形態との相違点を中心に説明する。上記実施の形態では、第2のヒータF/B制御が実施されるとき、ヒータ制御量(Duty)がF/B制御範囲の上限値(60%)のまま継続されると、検出素子61が劣化しているとみなして目標インピーダンスZtgを補正したが、これを以下のように変更する。図14は、Ztg補正の手順を示すフローチャートであり、これは、前記図7のフローチャートにおいてステップ201~203に代えて実施される。なおこれに伴い、同図7のステップ212~214が削除される。

【0070】図14において、ステップ401では、今現在アイドル運転状態であるか否かを判別し、YESであればステップ402に進み、その時のヒータ制御量の平均値(アイドル制御量平均値Dav)を算出する。また、ステップ403では、前記算出したアイドル制御量平均値Davが所定値よりも大きいのか否かを判別する。ここで、アイドル制御量平均値Davを判定するための前記所定値は、F/B通電制御における上限Duty(60%)又はそれ近傍の値であり、ステップ403がYESであれば素子劣化とみなし、目標インピーダンスZtgを補正する。すなわち、ステップ404では、インピーダンスの偏差 $\Delta Z$ に応じて目標インピーダンスZtg(NRAM値)を補正する。このZtg補正に際しては、前述の通りなまし演算等の手法を用いるのが望ましい。また、ステップ405では、アイドル制御量平均値Davをクリアする。なお本実施の形態では、ステップ403が「劣化判定手段」に相当し、ステップ404が「補正手段」に相当する。

【0071】以上第2の実施の形態によれば、上記第1の実施の形態と同様に、検出素子61の劣化が正しく検出できると共に、その劣化状態(劣化の程度)に応じたヒータ通電制御を実施することができる。従って、素子劣化時にも、素子温度を望み通りに制御することが可能

となる。これにより、検出素子61の過剰な温度上昇が抑制され、同検出素子61の更なる劣化進行が抑制される。

【0072】また、アイドル運転時のヒータ制御量(Duty)をモニタして劣化判定を行うので、排気温度の影響による誤った劣化判定やZtg補正が防止される。その結果、ヒータ通電の制御精度が向上する。

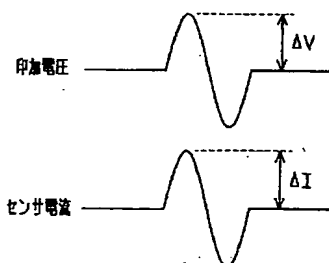
【0073】なお本発明は、上記以外に次の形態にて具体化できる。上記第1の実施の形態(図7の処理)では、目標インピーダンスZtg(NRAM値)の補正を増加側に限定して実施したが、これを以下のように変更する。つまり、Ztg補正を増加側に限定した理由は、アイドル運転時以外(排出ガスの高温状態)での誤った補正を排除するためであった。そこで、Ztg補正を増加側に限定する代わりに、補正の実施条件として、「排気温度が低いか?」或いは「アイドル運転時か?」といった要件を加える。そして、排気温度が低い時又はアイドル運転時(但し、高速走行直後に排出ガスが高温となる状態は除く)にのみZtg補正を許可する。この場合にも排気温度の影響による誤ったZtg補正が防止される。その結果、ヒータ通電の制御精度が向上する。

【0074】上記第1の実施の形態では、ヒータ制御量(Duty)が規定範囲の上限値(60%)にあれば、カウンタCmaxを作動させて劣化判定を実施したが、必ずしも上限値(60%)になくとも、ヒータ制御量(Duty)が上限値付近(例えば55~60%)にあれば、カウンタCmaxを作動させて劣化判定を実施するように変更しても良い。

【0075】上記実施の形態の装置では、素子劣化の有無を判定し、素子劣化している場合には目標インピーダンスZtgを補正したが、これを変更する。例えば、単に検出素子61の劣化の有無を判定する劣化判定装置として具体化しても良い。また、素子劣化時には、ヒータ通電を禁止したり、素子劣化の旨を表すコード情報をメモリに記憶したり、素子劣化の旨をドライバ等に警告したりするようにしても良い。

【0076】上記実施の形態では、積層型A/Fセンサを用いて空燃比制御システムを具体化したが、断面コッ

【図5】



プ状の検出素子を持つ、いわゆるコップ型A/Fセンサを用いても良い。また、本発明は、A/Fセンサを用いた空燃比検出装置以外にも適用できる。つまり、NOx, HC, CO等のガス濃度成分が検出可能なガス濃度センサを用いたガス濃度検出装置にも適用できる。当該他のガス濃度検出装置においても上記実施の形態と同様の手法を用いることで、検出素子の劣化を好適に検出し、ひいては当該検出素子の保護を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】発明の実施の形態における空燃比制御システムの概要を示す構成図。

【図2】A/Fセンサの構造を示す断面図。

【図3】センサ素子部の断面図。

【図4】A/Fセンサの出力特性を示す図。

【図5】インピーダンス検出時における電圧及び電流の波形図。

【図6】イニシャルルーチンを示すフローチャート。

【図7】ヒータ制御量算出ルーチンを示すフローチャート。

【図8】目標インピーダンス更新処理を示すフローチャート。

【図9】エンジン始動時におけるヒータ通電の様子を示すタイムチャート。

【図10】検出素子のインピーダンス特性を示す図。

【図11】素子劣化時におけるインピーダンス特性を示す図。

【図12】排気温度の違いによる素子温度の違いを示す図。

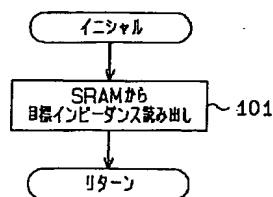
【図13】排気温度の違いによるインピーダンス特性の違いを示す図。

【図14】他の形態において目標インピーダンスの補正手順を示すフローチャート。

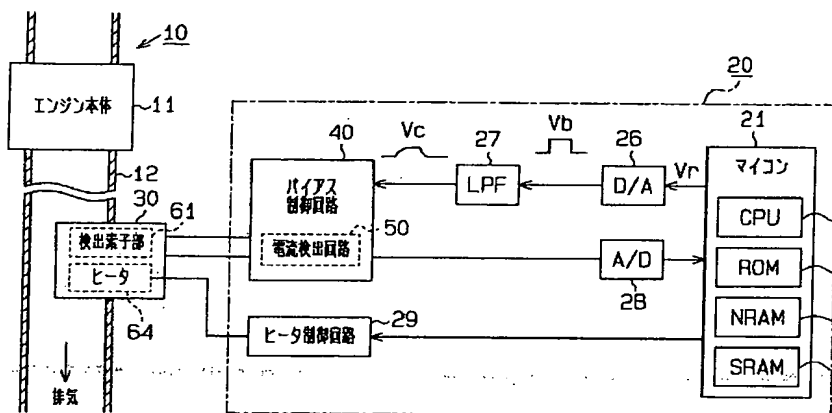
【符号の説明】

10…エンジン(内燃機関)、12…排気管、20…ECU、21…マイコン、22…CPU、24…NRAM(一時記憶メモリ)、25…SRAM(バックアップ用メモリ)、30…A/Fセンサ(ガス濃度センサ)、61…検出素子、64…ヒータ。

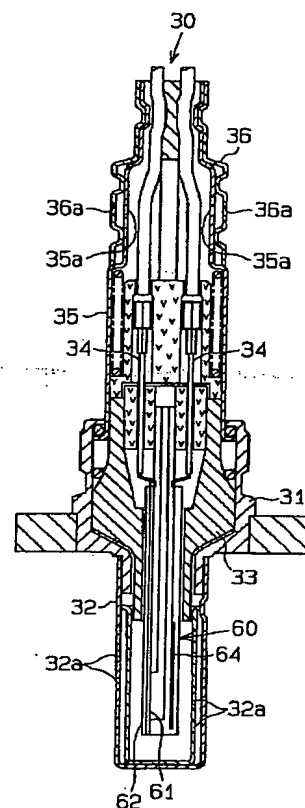
【図6】



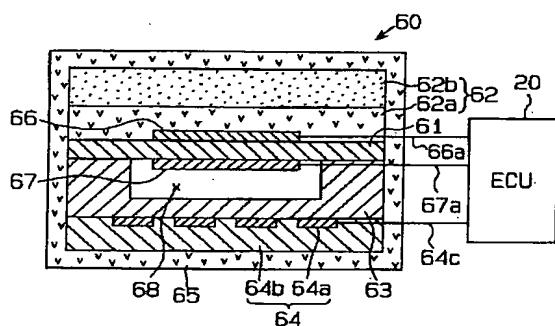
【図 1】



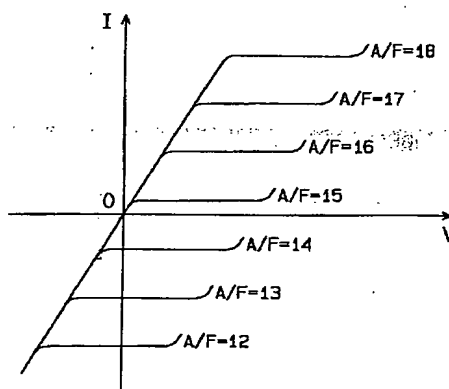
【图 2】



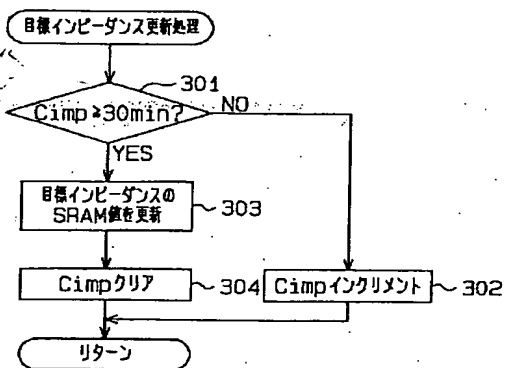
【図 3】



【図 4】



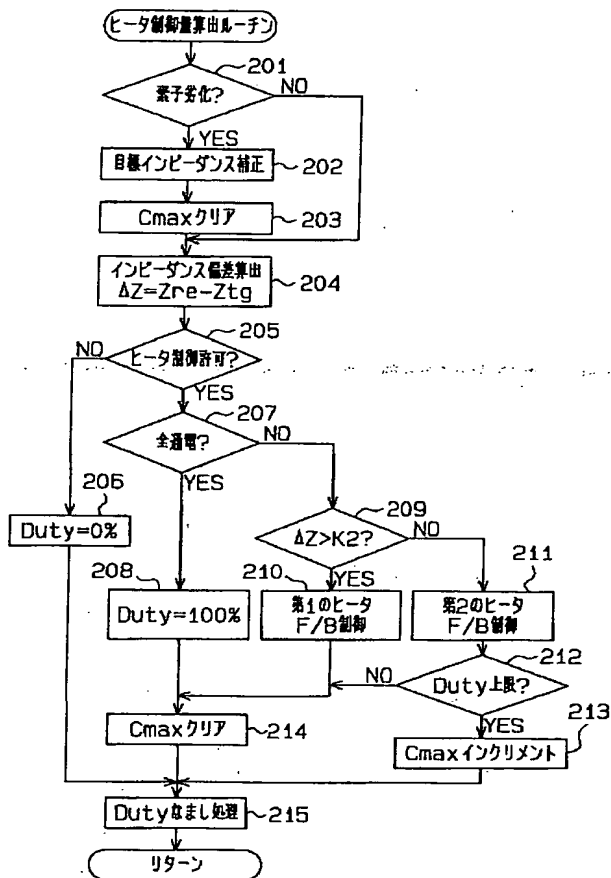
【図 8】



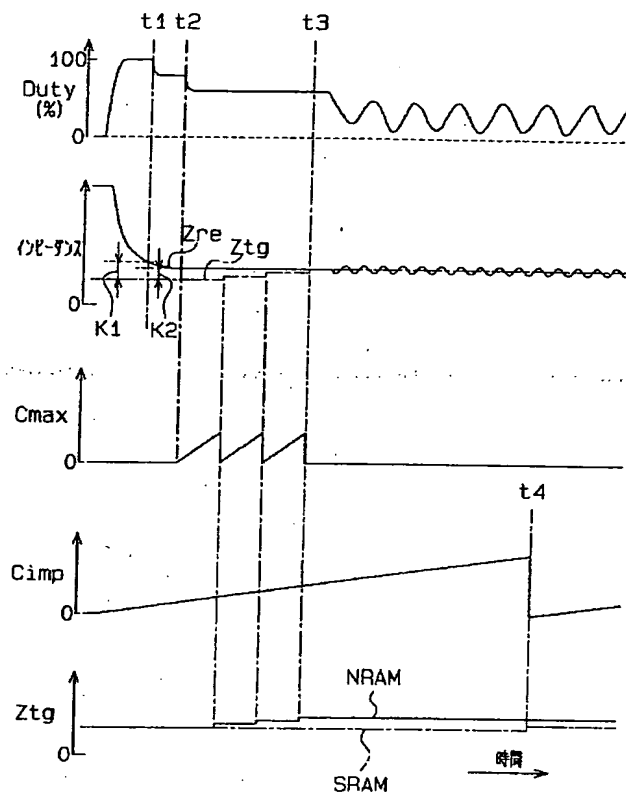
(11)

特開2002-48761

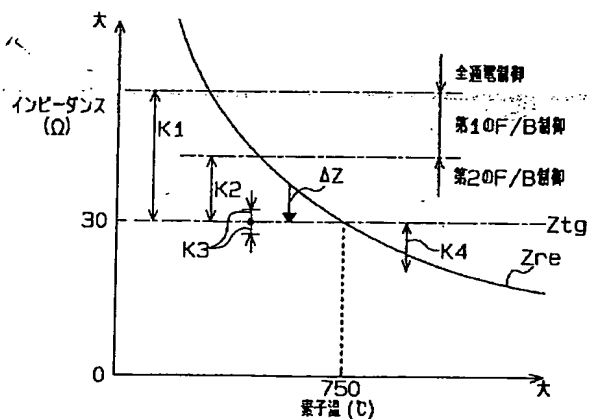
【図7】



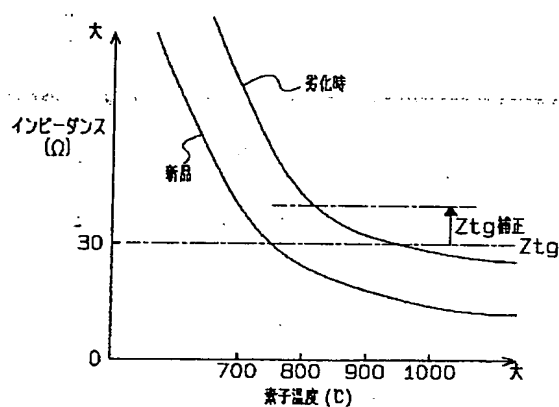
【図9】



【図10】



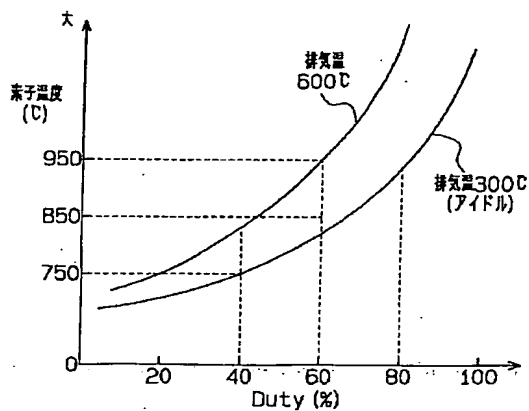
【図11】



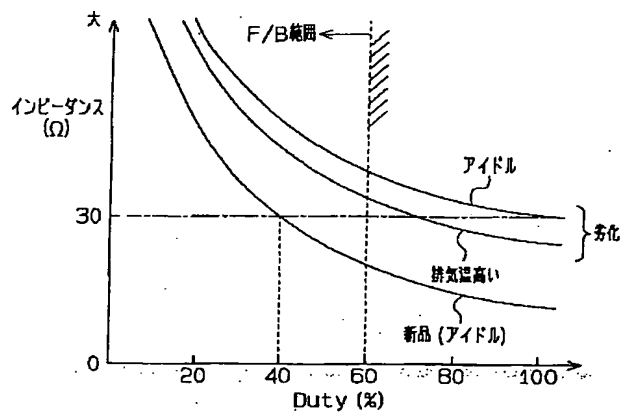
(12)

特開2002-48761

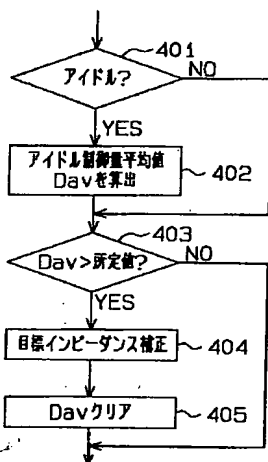
【図12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

FI  
G 0 1 N 27/46

テーマコード (参考)

3 3 1